Funkschau 5

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, Hi-Fi, Audiovision, Mikrocomputer

52. Jahrgang
29. Februar 1980
DM 3.50
öS 33 – sfr 3.00

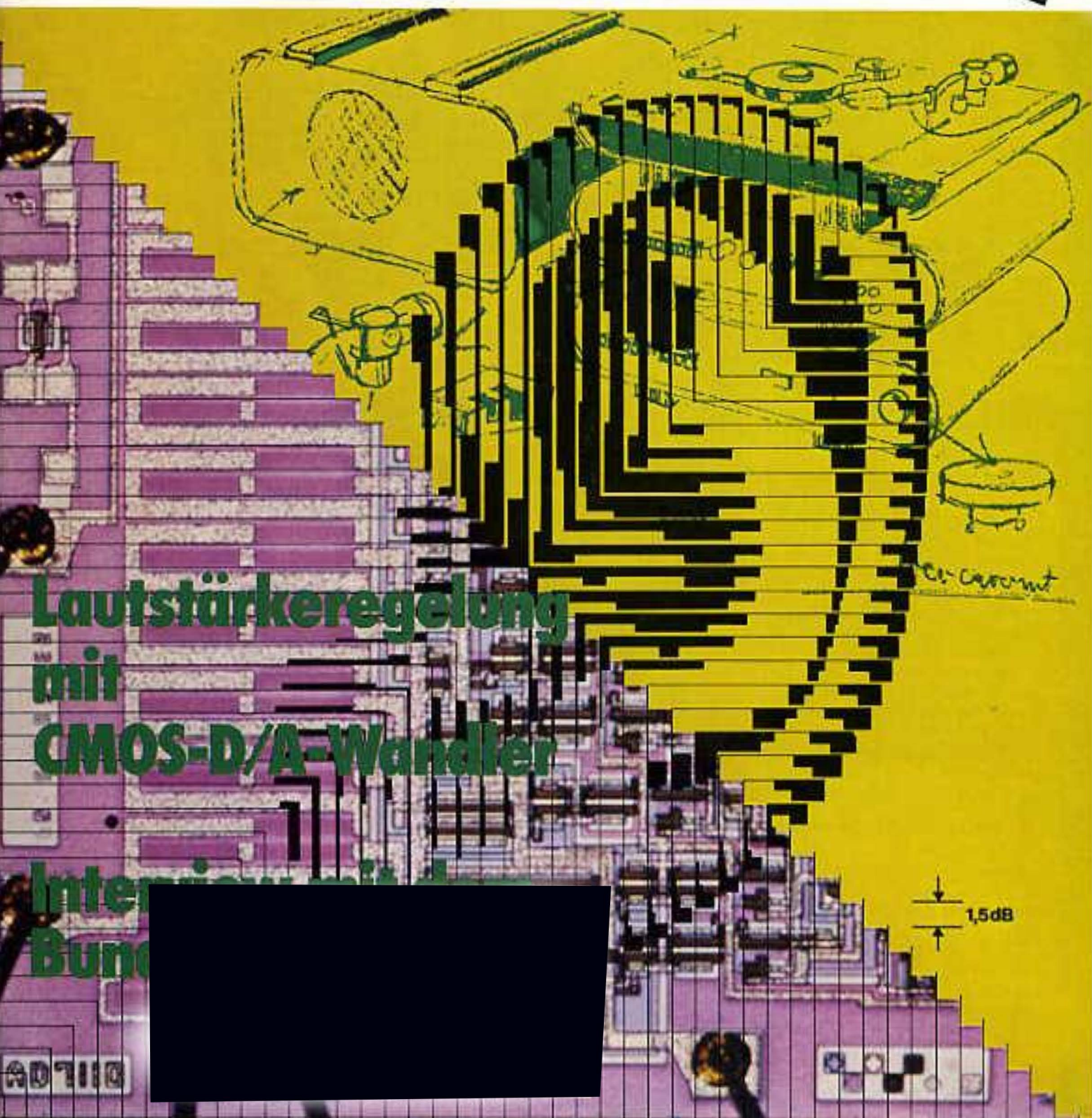
Magnavision – erstes marktfähiges Videoplattensystem

Dämpfungsverhalten dynamischer Lautsprecher

Mikrocomputer: TI-59 berechnet bewegliche Feiertage

Bauanleitung: Zündungs-Einstellgerät mit Schließwinkelwächter

FUNKSCHAU-Seminar
siehe Seite 38



Lautstärkeregelung mit CMOS-D/A-Wandler

Inte

Bun

Die Informationsfreiheit dient dem Fortschritt

Der Ostblock einschließlich der DDR kämpft bisher vergeblich gegen einen evidenten Rückstand auf dem Gebiet der Elektronik und der EDV; er beträgt, je nach Sparte, zwischen zwei und womöglich acht Jahren. Landläufig wird dafür die Gesamtsituation verantwortlich gemacht, vornehmlich die Planwirtschaft und der Mangel an echter Konkurrenz, welche im Westen für kräftige Leistungsanreize sorgt.

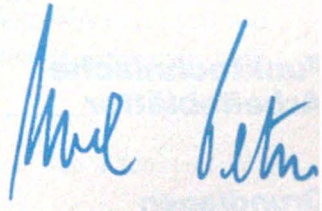
Das ist aber nur ein Teil der Wahrheit. Westliche und fernöstliche Nationen, die sich frei über den Weltstand der Technik unterrichten können, sind eher zu Höchstleistungen fähig als jene Länder, die den Informationsfluß eng kanalisieren. Das soll heißen, daß dort nur einzelnen Spitzenkräften alle Publikationen des jeweiligen Fachgebietes offenstehen. Die breite Masse der Techniker hingegen, nennen wir ihn den technischen Mittelbau, bleibt in aller Regel ausgeschlossen. Er ist auf das angewiesen, was die eigenen Fachzeitschriften auswählen und publizieren.

Wie sehr diese Abschottung funktioniert, geht daraus hervor, daß es kaum einer Privatperson in der DDR gestattet ist, eine westliche Fachzeitschrift zu beziehen – oder auch aus Briefen, mit denen uns Programme für unsere Rubrik Mikrocomputer angeboten werden und die beginnen: „Bitte schreiben Sie mir nicht, auch ein Honorar kann ich nicht erwarten, denn unsere Zollorgane halten solche Sendungen an."

Um einen technologischen Rückstand aufzuholen, bedarf es auch des Bezuges von hochgezüchteten Fertigungs- und Prüfeinrichtungen, die es nach Lage der Dinge nur im gescholtenen Westen gibt. Dazu benötigt die DDR Westdevisen, die nur durch Exporte erhältlich sind. Daher also die beschwörenden Aufforderungen der Maßgeblichen der DDR-Wirtschaft an die Belegschaften der Betriebe, mehr für den Export zu tun. Wird wirklich jemand initiativ, dann geschieht zu Zeiten Seltsames, was an einem uns betreffenden Beispiel erläutert werden soll. Im Halbleiterwerk Frankfurt/Oder wird allerlei gefertigt, was gut und gerne auch im Westen verkauft werden kann. Das geschieht wohl auch, aber anscheinend nicht genug, denn der Westen kennt diese Halbleiterprodukte trotz gelegentlicher Vorstellung auf westlichen Messen nur ungenügend. Wir erboten uns, nach einer Werksbesichtigung in Frankfurt/Oder einen der in der FUNKSCHAU gepflegten Reiseberichte zu veröffentlichen, denen ein beträchtlicher Informationswert nicht abzusprechen ist. Von der mittleren Betriebsebene, so wollen wir es einmal nennen, kam freudige Zustimmung. Dann aber erreichte uns ein Schreiben des zuständigen Werksdirektors, das im Klartext aussagte, daß wir uns allein auf der Leipziger Messe zu orientieren hätten. Die Fabrik in Frankfurt/Oder stünde uns aus „produktionsorganisatorischen Gründen" nicht offen.

PS: Die FUNKSCHAU hat in der DDR zehn (10!) Direktabonnenten, etwa gleich viele wie in Indonesien...

Etwa 100 weitere Exemplare werden zentral in Westberlin eingekauft und selektiv verteilt.



Karl Tetzner

Leitartikel — Die Informationsfreiheit dient dem Fortschritt 5

Leserbriefe 8

FUNKSCHAU aktuell — TIs Personal-Computer: Start mit Problemen 11
Andere Länder, andere Gesetze 11
Sprachgesteuerte Schreibmaschine 11
Satcom III – verschollen im Weltraum 12
Die elektronische Kreditkarte 12
PC-1000 von Siemens auf der Hannover-Messe 14

Informationen 34

FUNKSCHAU express — Aktuelle Nachrichten 43, 46
Die DFHG – ein Modell für die Zusammenarbeit von Groß- und Einzelhandel 44, 45

Halbleiter — Lautstärkeregelung mit CMOS-Digital/Analog-Wandler 47

Professionelle Technik — Notrufsystem für den Autofahrer 51

Auslandsbericht — Brief aus Japan 52

Rundfunktechnik — Details der WARC '79 53

Meßtechnik — Was ist das? 56
Digitales Multimeter mit Alarm 66
Schalttafel-Nebenuhr mit LCD-Anzeige 66

FUNKSCHAU-Gespräch — Kein neues FAG in Sicht – Interview mit dem Bundespostminister 57

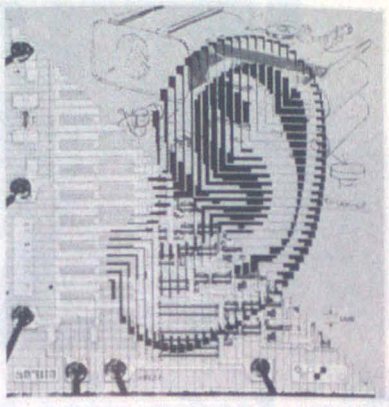
Audiovision — Magnavision – Das erste marktfähige Videoplattensystem, 1. Teil 61

Elektroakustik mit Hi-Fi — Sinus-Synthese aus Rechtecksignalen 64
Das Dämpfungsverhalten dynamischer Lautsprecher 71
Verbesserung des Raumeindrucks durch Holophonie 74
Federleichter Kopfhörer 76

Funktechnische Arbeitsblätter — Vs 56: Der Operationsverstärker – Anwendungen, Blatt 5 67

Grundlagen — Bauelemente in Theorie und Praxis, 4. Teil 69

Zum Titelbild:



Fast die gesamte Schaltung zur digitalen Lautstärkeregelung in Hi-Fi-Geräten enthält das neue CMOS-D/A-Wandler-IC AD 7110 von Analog Devices im 16poligen Dual-In-Line-Gehäuse. Es ermöglicht eine stetige Abschwächung von 0 bis –88,5 dB in 59 Schritten zu 1,5 dB (siehe Seite 47).

(Grafik: Atelier Kaeuffer)

Lautstärkeregelung mit CMOS-Digital/Analog-Wandler

Seite 47

Für die digitale Lautstärkeregelung in Hi-Fi-Geräten der Spitzenklasse entwickelte Analog Devices die integrierte Schaltung AD 7110. Sie enthält einen linearen binären Digital/Analog-Wandler mit 17 bit Auflösung und vorgeschaltetem Codewandler. Ein 6-bit-Codewort an den Digitaleingängen, das im Codewandler in ein 17-bit-Wort umgeformt wird, legt den Abschwächungsfaktor im Bereich von 0 bis –88,5 dB in 1,5-dB-Schritten fest. Drei integrierte NMOS-Schalter ermöglichen die gehörrichtige Lautstärkekorrektur bei hohen Abschwächungsfaktoren sowie die Stummschaltung.

Inhalt

TI-59 berechnet bewegliche Feiertage

Seite 77

Im Jahre 325 n. Chr. legte das Konzil von Nizäa fest, daß das Osterfest jeweils am ersten Sonntag nach dem ersten Frühlings-Vollmond gefeiert werden solle. Eine Regel, mit der sich die Ostertage auch ohne komplizierte Mondbahn-Untersuchungen errechnen lassen, gab C. F. Gauß um 1800 an. Diese Regel dient hier als Grundlage für die Berechnung aller beweglichen Feiertage eines Jahres, wobei der programmierbare Taschenrechner TI-59 Verwendung findet.

Zündungs-Einstellgerät mit Schließwinkelwächter

Seite 85

Die richtige Einstellung des Zündzeitpunktes und des Schließwinkels trägt nicht nur zur Benzineinsparung bei, sondern verlängert auch die Lebensdauer des Motors. Mit der in dieser Bauanleitung beschriebenen Schaltung läßt sich der Zündzeitpunkt einstellen und der Schließwinkel ständig überwachen. Der Sollwert/Istwert-Vergleich erfolgt dabei mit dem Fensterdiskriminator TCA 965. Drei LEDs zeigen an, ob der Schließwinkel innerhalb der zulässigen Toleranzen liegt oder ob er zu groß bzw. zu klein ist.

Mikrocomputer

TI-59 berechnet bewegliche Feiertage 77
Binär-Dezimal und zurück 79
Kassetten-Interface 79
Tips für TI-59-Benutzer 80
µC-Nachrichten 81
RLC-Netzwerkberechnung mit dem TI-59 81
Primfaktor-Zerlegung mit dem TI-59 82
Der Nanocomputer: Ein Lehrsystem für Profis 83

Praxis & Hobby

Zündungs-Einstellgerät mit Schließwinkelwächter 85
3-Weg-Aktiv-Box für 70 W mit ICs 88

Werkstattpraxis

Kapazitätsverlust zerstört Bildröhre 91
Fehler mit Folgen 91
Zeile gekippt 92
Rauschen im Bild 92

Rubriken

Neue Bücher 93, 94
Neuheitenmarkt 97

letzte nachricht

Das entscheidende Hindernis für die Einführung des Zweikanal-Tones im bundesdeutschen Fernsehen ist genommen: Am 13. Februar verabschiedete die Funkbetriebskommission die Norm für diese Zweikanal-Aussendungen. Damit ist für die Entwickler in den Fernsehgeräte-Laboratorien grünes Licht gegeben, um die Empfänger bis Mitte 1981 fertigzustellen.

■

Am 21. Februar übergab der Vorstand des Fachverbandes Unterhaltungselektronik im ZVEI der Öffentlichkeit ein Memorandum, das sich mit der Bedrohung dieser Branche durch fernöstliche Wettbewerber befaßt. Es geht ausführlich auf die für die deutschen Produzenten zunehmend schwerer werdende Wettbewerbssituation ein.

Einzelheiten beider Themen werden wir in den nächsten Heften veröffentlichen.

Leserbriefe

Zuschriften unserer Leser sind immer willkommen – Kürzungen müssen wir uns vorbehalten.

Panorama-Regler mit linearem Poti

FUNKSCHAU 1979, Heft 2, Seite 114, und Heft 19, Seite 8

Entgegen dem Hinweis in FUNKSCHAU 1979, Heft 11, Seite 662, steht die oben genannte Schaltung mit der angegebenen Dimensionierung nicht unter Patentschutz. Eine gleichartige Schaltung wurde übrigens bereits 1961 veröffentlicht: FUNKSCHAU Nr. 19, Seite 507, „Stereo-Richtungsmischer mit linearen Einfach-Potentiometern", von Rolf Kindermann.

Gerd Schulte, Berlin

Festkomma-Addition und -Subtraktion mit dem Z-80

FUNKSCHAU 1980, Heft 1, Seite 93

Der am Schluß gebrachte Vergleich mit dem 6502 ist nicht ganz gerecht. Bei dem veröffentlichten Programm handelt es sich nicht um eine gleichwertige Routine, da eine andere Aufgabenstellung vorlag: Addieren von einem beliebigen Bereich mit einem beliebigen Bereich nach einem beliebigen Bereich. Das beigefügte *Bild* zeigt ein der 6502-Version entsprechendes Z-80-Programm. Die fünf Bytes, die die Z-80-Version mehr braucht, rühren von Umschaltbefehlen (ODDH) und der 16-bit-Adresse beim Laden des Indexregisters her.

Der Befehl DCRXL dürfte nicht allen Lesern bekannt sein. Er ergibt sich durch Voranstellen von ODDH und arbeitet für alle 8080-Befehlsgruppen. Die nachfolgende Operation wird, falls sie sich auf H,L bezieht, mit IXH (IYH), IXL (IYL) oder IX (IY) ggf. mit Adressenversatz ausgeführt. Alles in allem ist natürlich der 6502 gerade durch die Zero-Page-Adressierung dem Z-80 code- und geschwindigkeitsmäßig manchmal sehr überlegen (das 6502-Basic gilt als das schnellste); doch auch der Z-80 besitzt einige schöne Programmiermöglichkeiten, nicht zuletzt seine 16-bit-Befehle.

Rolf-Dieter Klein, München

```
3C50  DD21 3D10  START:  LXI X,3D10H     ;ADR-X+32/2 STELLEN
3C54  AF                 XRA A           ;LOESCHT CARRY
3C55  DD7EFF     LOOP:   MOV A,0FFH(X)   ;ZAHL BEI 3D0FH
3C58  DD8E0F             ADC 0FH(X)      ;+3D1FH
3C5B  27                 DAA
3C5C  DD771F             MOV 1FH(X),A    ;NACH 3D2FH
3C5F  DD2D               DCRXL           ;NUR LSB IX DECR
3C61  20F2               JRNZ LOOP       ;16 MAL
3C63  FF                 RST 7
```

Das verkürzte Z-80-Programm für die Festkomma-Addition ist nur noch 5 Bytes länger als die 6502-Version

Sinn und Unsinn bei Selbstbaugeräten

Manchmal könnte man die Wut bekommen, wenn man Kataloge und Fachzeitschriften durchblättert. Haben eigentlich Hobbyelektroniker nichts anderes als Hi-Fi-Verstärker, Stereotuner und Lichtorgeln im Sinn? Jedenfalls werden gerade die Geräte, die massenhaft fertig zu kaufen sind und deren Selbstbau sich keinesfalls mehr lohnt, überall als Bausätze angeboten und als Bauanleitungen beschrieben. Braucht man etwas nicht ganz Alltägliches, sucht man meist vergebens.

Auf dem Computermarkt zeichnet sich eine ähnliche Entwicklung ab. Dem Angebot nach sind Computerbesitzer nur damit beschäftigt, Pferderennen, Hangman und Mastermind zu spielen. Die Zahl der Ein-/Ausgabeleitungen reicht oft nicht einmal, um ein Multimeter anzuschließen. Es bleibt nur die Möglichkeit, bei Firmen für wissenschaftliche Geräte Wucherpreise zu bezahlen. Notwendig wäre ein 19-Zoll-System, für das universelle Grundbausteine (Netzteile, Verstärker aller Art, D/A- und A/D-Wandler, Anzeigen, Zähler, Zeitgeber usw., aber auch Steuercomputer) als Bausätze und Fertigmoduln erhältlich sind. Damit entfällt auch das dauernde Affentheater mit Gehäusen und Stromversorgungen.

Vielleicht können einmal die FUNKSCHAU-Leser ihre Meinung dazu sagen.

Bertram Bauer, Mainz

Sind alle Amerikaner stupide...?

FUNKSCHAU 1979, Heft 25, Leitartikel

Die Frage „Sind alle Amerikaner stupide...?" kann zweifellos verneint werden. Sonst wäre sie so nicht gestellt worden. Der Analogschluß, daß das amerikanische Fernsehsystem gut sei, ist aber wohl falsch: Die amerikanischen Fernsehprogramme *sind* stupide! Ich habe sie ein Jahr lang genossen und meine, daß unser System besser funktioniert.

Vielleicht schaden ein paar kommerzielle Sender nichts. Das Plädoyer scheint mir aber zu oberflächlich zu sein, da es eine mögliche Verschlechterung der Qualität der Programme in einem kommerziellen System nicht berücksichtigt. Die Güte der meisten Sendungen ist jetzt schon nicht zu groß.

Auch die Argumentation, daß hier ein Innovationsrückstand entstehen könnte, halte ich für überzogen. Die amerikanische Fernsehtechnik, die diese Entwicklungen mitgemacht hat, scheint mir unserer nicht überlegen zu sein.

Dr. M. Tacke, Würzburg

Das Mikrocomputer-Jahrzehnt

FUNKSCHAU 1980, Heft 1, Seite 63

Ich bin nicht wie Herr Feichtinger der Meinung, die Sprach-Ein-/Ausgabe ist bei Taschenrechnern die einzige Lösung für komplexe Bedienung. Ganz im Gegenteil, ich schließe diese Möglichkeit aus.

Zumindest in nächster Zukunft gibt es eine technologische Grenze, die Sprachverständlichkeit des Rechners. Man müßte in einer genormten Sprache mit ihm sprechen, Dialekte o. ä. kann er nicht verstehen. Auch besteht die Gefahr, daß nicht alle Personen den Rechner bedienen können, mal abgesehen von Menschen mit Sprachfehlern! Ein weiterer Grund scheint mir aber viel wichtiger. Jeder, der einen Taschenrechner benutzt, muß ein eigenes Büro haben. Wenn man zu mehreren in einem Raum sitzt, so stört die Sprach-Ein-/Ausgabe sehr. Es würde sogar die Möglichkeit bestehen, daß der Rechner die Worte des Nachbarn empfängt und verarbeitet. Und wer möchte, wenn er den Rechner eingeschaltet hat, nur noch mathematisch sprechen, weil der Vollidiot mit den einseitigen Begabungen jedes Wort mißverstehen könnte?

Manfred Weber, Bremen

Industrie INLAND

1979 konnte die Firma Hans Knürr KG – Mechanik für die Elektronik – München, ihren Stammhaus-Umsatz um 22 % auf 34,1 Mio. DM steigern; der Auftragsbestand wuchs um 2 auf 6,4 Mio. DM. Trotzdem erhöhte sich die Belegschaft nur ganz geringfügig auf 290 Mitarbeiter als Folge der fortgeschrittenen Rationalisierung und des verbesserten Vertriebs. Der Plan für 1980: nochmals 15 % Umsatzerhöhung.

Etwa 12 Mio. DM investiert die Siemens AG in den Aufbau eines Entwicklungszentrums für ICs in Villach/Österreich. Der neue Firmenzweig heißt Entwicklungszentrum für Mikroelektronik Ges. mbH, er gehört zu 75 % der Siemens AG und zu 25 % der Österreichischen Industrieverwaltungs AG (ÖIAG). Mit dem seit 1970 in Villach bestehenden Bauelementewerk wird die Stadt zweiter Basisstandort für die Entwicklung hochintegrierter Schaltungen im Siemens-Konzern. Es werden MOS- und bipolare ICs für den Weltmarkt und auch speziell für die österreichische Industrie entworfen.

Der Vorstandsvorsitzende der Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH, Dipl.-Ing. Dieter Hellmanns, legte Ende Januar vor der Wirtschaftspresse die Pläne seines Hauses für die kommenden Jahre dar. Zunächst bestätigte er, daß der Jahresumsatz 1979 weltweit ebenso hoch wie 1978 war, nämlich 1,8 Mrd. DM, wovon immerhin 80 % auf Fernseh- und erstmals Bildbandgeräte entfielen und nur 20 % auf den Audiosektor. Lediglich ein Drittel des Umsatzes wurde im Inland getätigt, die restlichen zwei Drittel auf Auslandsmärkten. Der größte Auslandsmarkt ist Italien, gefolgt von Spanien und Brasilien. Dann folgen Frankreich und Mexiko und zahlreiche andere nationale Märkte. Die Hälfte der Gesamtproduktion stammt aus den ausländischen Fabriken und dient der Versorgung der Auslandsmärkte. Es gibt Fabriken in Italien, Spanien, Brasilien und Mexiko. In Brasilien entsteht ein zweites Werk in der Freihandelszone Manaus zusammen mit dem nationalen Partner Colorado. Im Frühjahr beginnt die Produktion von Farbfernsehgeräten mit einem nationalen Partner (Boris Garfunkel Hijos) in Argentinien; hier hält Telefunken 40 % der Anteile. Telefunken beschäftigt weltweit rd. 17000 Mitarbeiter, davon die Hälfte im Inland. – Hellmanns führte weiter aus, daß in den zurückliegenden Jahren die Auslandstätigkeit mit erheblichen Ertragsproblemen belastet war. Diese sind gelöst, es wird erwartet, daß 1980 die für Telefunken wichtigen Märkte wie Italien, Spanien, Brasilien und Mexiko ausgeglichene bis positive Erträge bringen werden. Im Inland dürfte es auf Grund der eingeleiteten und schon mitgeteilten Strukturveränderungen noch etwa 2 1/2 Jahre dauern, bis die Wettbewerbsfähigkeit wieder voll hergestellt ist und die Ertragslage sich schrittweise verbessert. Dabei wird angestrebt, die Produktion in Westberlin und im Bundesgebiet zu erhalten und nicht in Billiglohnländer zu verlagern.

Die staatliche argentinische Fernmeldeverwaltung ENTel betreibt eine Digital-Übertragungs-Lichtleiterstrecke von 3,7 km Länge zwischen zwei Ortsvermittlungen in Buenos Aires; sie dient auch der Sammlung von Erfahrungen mit der neuen Technik. Lieferant des 7 mm dicken Kabels ist Siemens.

Industrie AUSLAND

Im Geschäftsjahr 1979 setzte die IBM weltweit für 22,9 Mrd. Dollar um und erzielte den beachtlichen Reingewinn von 3,01 Mrd. Dollar. Der Umsatz aus Verkäufen betrug 9,5 Mrd. Dollar, aus Vermietungen kamen 13,4 Mio. Dollar ein. Das Nettoergebnis, das um 100 Mio. Dollar unter dem des Jahres 1978 lag, wurde durch einen Währungskursverlust von 52 Mio. Dollar beeinträchtigt.

Die gezielte Umstellung auf automatisierte Fertigung von Farbbildröhren bei Mullard/Großbritannien wird 850 Mitarbeitern in den kommenden zwei Jahren den Arbeitsplatz kosten. Mullard ist der einzige Hersteller von Farbbildröhren im Land. Innerhalb von 18 Monaten wird die Fertigung voll auf das Werk Belmont bei Durham konzentriert werden; die Fabrik in Simonstone/LaNcashire ist stillgelegt worden. Die Automatisierung soll die Jahresproduktion von Farbbildröhren um 25 % auf 1,5 Mio. Stück steigern. – 1977 hatte die Thorn Electrical Industries Ltd. die Farbbildröhren-Produktion wegen mangelnder Wettbewerbsfähigkeit eingestellt, was 1400 Mitarbeitern den Arbeitsplatz kostete.

Die finnische Firma Salora OY plant, wie die englische Geschäftsstelle Salora U. K. mitteilt, sich verstärkt mit Farbfernsehgeräten der oberen Preisklasse zu beschäftigen. Die Geräte sind mit einem Mikroprozessor ausgestattet. Besondere Aussichten dürften sich mit dem neuen Farbgerät eröffnen, das nur noch 40 W Netzleistung aufnimmt (vgl. Heft 2/1980, S. 7).

Die Mitsubishi Electric Corp. will die Produktion von Farbfernsehempfängern in der Fabrik in Arbine/Kalifornien bis 1981 auf jährlich 240 000 Stück steigern. Die kalifornische Fabrik nahm im März 1977 die Produktion auf, erzielte aber nach einer Äußerung eines Firmensprechers in Tokio einen nur „unbedeutenden" Anteil am US-Farbgerätemarkt. – Die in den USA tätigen japanischen Farbgeräteproduzenten (Hitachi, Matsushita, Mitsubishi, Sharp, Sony und Toshiba) haben am US-Markt einen Anteil von knapp 30 %. Auf diese Weise ist es den Japanern gelungen, die freiwillige Drosselung des direkten Farbgeräteexportes von Japan in die USA auszugleichen. 1976 betrug er 2,95 Mio. Geräte, 1979 nur noch 0,7 Mio. Geräte.

Heinz Dürr

Hoffentlich vergeht nicht allzu bald das freudige Lachen, das **Heinz Dürr,** seit dem 1. Februar 1980 neuer Vorstandsvorsitzender von AEG-Telefunken, auf diesem ersten offiziellen Pressefoto zeigt. Der 46jährige Schwabe tritt, wie man weiß, einen schweren Gang an; es gilt einen Konzern zu sanieren, dessen Schuldenlast bedrückend hoch ist und wo Organisationsprobleme zu Hauf bestehen. Offensichtlich aber bringt der hochgewachsene passionierte Waldläufer manche Gaben mit, die es ihm erleichtern werden, stets den richtigen Ton zu finden und die müde gewordenen Mitstreiter wieder zu motivieren. Heinz Dürr, 1933 in Stuttgart geboren, gilt vielen als die moderne Variante des an sich bedächtigen schwäbischen Unternehmers, der es für wichtig ansieht, seine unternehmerische Handlungsweise auch politisch zu erläutern. Als Nachfolger von Hanns-Martin Schleyer im Vorsitz des baden-württembergischen Metallarbeitgeberverbandes gewann er Profil und Publicity in den vielbeachteten und kommentierten Auseinandersetzungen mit seinem gewerkschaftlichen Kontrahenten Steinkühler und bei mancherlei Konflikten mit Gesamtmetall im Rahmen harter Tarifauseinandersetzungen.

Heinz Dürr trat 1957 nach dem Abitur, der Lehre als Stahlbauschlosser und einem Maschinenbaustudium in die väterliche Firma ein, damals ein Handwerksbetrieb mit 750000 DM Jahresumsatz seit 1974 ist er Mehrheitsgesellschafter einer Firmengruppe, die am Markt für Anlagen der Oberflächenbeschichtung eine große Rolle spielt und einen Gesamtumsatz von 350 Mio. DM tätigt. Über die außerordentliche internationale Ausdehnung seiner Firmengruppe sagte Dürr einmal, sie sei ein „mittelständischer Multi".

Die DFHG – ein Modell für die Zusammenarbeit von Groß- und Einzelhandel

Der bundesdeutsche Facheinzelhandel für Radio-, Hi-Fi- und Fernsehgeräte gewinnt der kooperativen Verbindung immer mehr Geschmack ab. Überschlägig gerechnet gehören schon weit über 3000 deutsche Facheinzelhändler dieser Branche zu einer der Kooperationen. Im Prinzip sind zwei Grundkonstruktionen zu unterscheiden: Die Gruppierung von Einzelhändlern (EH) um eine potente Großhandlung oder die „unabhängige" Kooperation, wie etwa Interfunk, Aera und Bild + Ton. Beide Formen haben offenbar ihre Vor- und Nachteile, beide sind auch unterschiedlich teuer.

Der Großhändler hat eine eingespielte Organisation

Für den bundesdeutschen Radio-TV-Fachgroßhandel, den es in einer vergleichbaren Form kaum anderswo in Europa gibt, kam die Zeit, wo die unabhängigen Kooperationen einen EH-Kunden nach dem anderen wegnahmen. Wer als Facheinzelhändler etwa Mitglied bei Bild + Ton wird und dort den Umsatzbonus winken sieht, versucht natürlich seine Einkäufe über seine Kooperation zu lenken, zumal er dort eine entsprechende Kapitaleinlage tätigte, ein Eintrittsgeld bezahlte und eine monatliche Gebühr dazu. Er kürzt also seine Bezüge beim bisherigen Großhändler, der dann sehen muß, wo er bleibt. Einer der Auswege ist die Gründung von EH-Kooperationen unter Führung von leistungsfähigen Grossisten, die auf diese Weise ihre Stammkunden fester an sich binden. Hier ist an die „Europa-Marktgemeinschaft" in Hamburg (1969) um Weide & Co. mit Keller & Co. und Mufag zu erinnern, oder an den „Marketing-Ring nordrhein-westfälischer Fachhändler" um Emil Schürmanns in Krefeld, oder auch an die Gruppe um O. Gruoner in Süddeutschland, der rd. 400 Facheinzelhändler in die Weltfunk-Gruppe einbrachte. Was die Leitgroßhändler für ihre Einzelhändler taten, war viel, aber offenbar nicht genug. 1976 kamen die drei erwähnten Gruppierungen auf den Gedanken einer engeren Verbindung untereinander bei strikter Wahrung der Selbständigkeit der Großhandlungen. Das war leicht gesagt aber nur schwer durchzuführen. Der rechte Mann dafür wurde in Joachim D. Kaemmerer gefunden, dem „Vater" von Bild + Ton Expert und späteren freien Unternehmensberater. Er kennt die Branche wie kaum ein anderer, auch hat er erhebliche Erfahrungen im Zusammenschluß von Facheinzelhändlern gesammelt.

Zunächst kam es zu regionalen Gründungen in der Form, daß an den drei Orten Hamburg, Krefeld und Stuttgart Gesellschaften mit beschränkter Haftung & Co. KG entstanden. Die jeweiligen Großhandlungen stellen die Gesellschafter der GmbH, die Facheinzelhändler die Kommanditisten. Auf diese Weise ist das Kapitel zur Hälfte im GH und im EH-Besitz.

Im Norden entstand die *EMG GmbH & Co. KG* unter der Geschäftsführung von J. Griesbach mit der Großhandlung Keller & Co., Hamburg, (mit Mufag Hannover) als GH-Partner; im Westen wurde die *DFHG-West GmbH & Co. KG* unter Geschäftsführer J. D. Kaemmerer mit der Großhandlung Emil Schürmanns, Krefeld, gegründet. Nach einiger Verzögerung entstand schließlich im Süden die *FG GmbH & Co. KG* mit W. Prosch als Geschäftsführer und der O. Gruoner KG als Leitgroßhändler. Hier mußte zunächst die Weltfunk-Zugehörigkeit einiger hundert Facheinzelhändler geklärt werden.

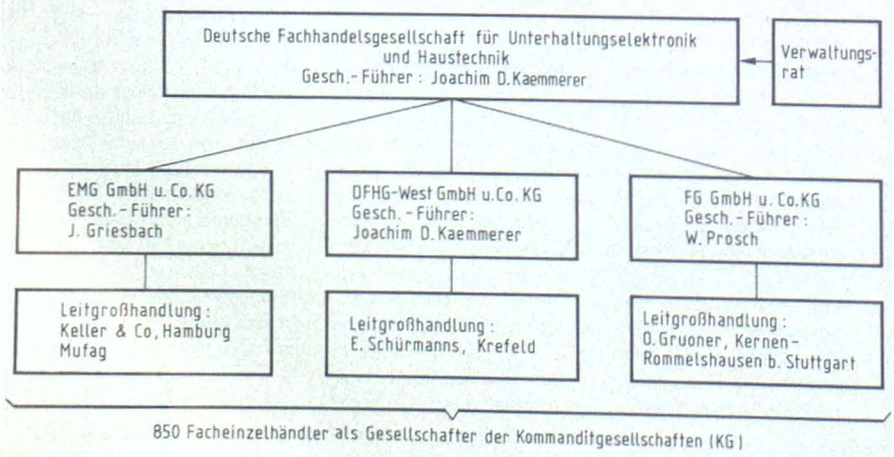
Als Dach zimmerte Joachim D. Kaemmerer die *Deutsche Fachhandelsgesellschaft für Unterhaltungselektronik und Haustechnik*, deren Geschäftsführung er ebenfalls übernahm.
Zunächst dürfte diese Konstruktion dem Außenstehenden einigermaßen kompliziert erscheinen, doch ist sie logisch aufgebaut und offenbar effektiv (vgl. *Grafik*). Natürlich ist es nicht leicht, in allen Bezirken nach außen die gleiche Sprache zu sprechen, denn regionale Besonderheiten sind nicht hinwegzudiskutieren. Während der Aufbauphase war auch das latente Mißtrauen vieler Einzelhändler zu bedenken und zu überwinden („Was haben die Großisten mit uns vor?").
Aufsicht und Mitsprache ist immer gut, also entstand in den drei Bezirken Nord (EMG), West (DFHG-West) und Süd (FG) je ein Händler-Beirat, deren Vorsitzende im zwar konzipierten aber noch nicht etablierten Verwaltungsrat sitzen. Weitere Mitglieder dieses Neuner-Gremiums sind die Geschäftsführer der drei Großhandlungen: Scharp/Keller & Co., Ross/Schürmanns und Schmidt/Gruoner sowie die Geschäftsführer der drei Kooperationen. Den Vorsitz wird, wie zu erwarten, J. D. Kaemmerer übernehmen.
Das Ganze ähnelt ein bißchen dem föderalistischen Aufbau der Bundesrepublik Deutschland: eine *Regierung*, hier die DFHG, und dann die *Bundesländer*, die EMG, DFHG-West und FG. Das *Grundgesetz* sind die Gesellschafterverträge.

Bietet die Kooperation genug?

Der Fachhändler geht in eine Kooperation, wenn sie ihm nützt. Er sucht dort eine gewisse Geborgenheit, Hilfe bei den Zufällen des Geschäftsalltags, ein An-Die-Hand-Nehmen bei der Werbung, viele Informationen über den Markt, Lehrgänge und schließlich Nutzen durch den gemeinschaftlichen Einkauf. Darum sind alle Kooperationen dieser Branche bemüht.
Die drei Organisationen unter dem Dach der DFHG können sich auf jeweils einen sehr bedeutenden Fachgroßhändler stützen, der das Zentrallager stellt. Der Gesellschafter, also der Einzelhändler, ist weiterhin recht frei in seinen Einkaufsdispositionen, wenn auch aus eigenem Interesse gehalten, zumindest seine GH-Bezüge bei seiner Leitgroßhandlung zu tätigen.

Bei der EMG im Norden sieht es etwa wie folgt aus: Die Gesellschaften beziehen rd. 75 % ihrer GH-Einkäufe bei Keller & Co; diese GH-Einkäufe machen im Durchschnitt rd. 40 % ihres Einkaufsvolumens aus; alles andere kaufen sie freihändig bei anderen Lieferanten. Auf diese Weise sind sie in der Lage, sich auch bei den sogenannten „einstufigen" Lieferanten einzudecken, die den GH nicht beliefern. Hier gibt es mit zwei dieser Unternehmen sogar Absprachen, daß sie von den EMG-Partnern besonders gefördert werden – natürlich gegen einen gewissen Deckungsbeitrag zu Gunsten der Kooperation, versteht sich.

Wie man uns erklärte, ist die geschilderte Konstruktion für den Einzelhändler günstig, denn er braucht nicht wie in anderen Kooperationen große Posten auf Warenbörsen zu disponieren, sondern er kann dank der täglichen Belieferung, auf die noch einzugehen ist, jede, auch kleinste, Menge ordern. Sein Hauptpartner ist ja eine Großhandlung, die seit jeher auf derlei eingestellt ist. Natürlich zahlt die Großhandlung ab einem bestimmten Umsatz einen Bonus.



Auch bietet die DFHG alle Vorteile, die man heute von einer Kooperation verlangt:

1. Eine Serie von Werbemitteln für alle nur denkbaren Anlässe bis hin zum Auto-Deko-Aufkleber, Schaufenster-Deko, Werbegeschenke usw.
2. Betriebswirtschaftliche Beratung auf Seminaren.
3. Das Angebot der Zentralregulierung seiner Gesamtbezüge.
4. Erfahrungsaustausch in Gruppen mit Kollegen.

Die Besonderheiten der DFHG

Diese Ausführungen stützen sich auf Gespräche und Besichtigungen bei der EMG in Hamburg, d. h. bei Keller & Co. Diese Großhandlung hat im Laufe der Zeit die GH-Funktionen der zum Petersen-Mahrt-Imperium gehörenden Firma Weide & Co. und der Firma Max Kunath übernommen; schon vorher wurde die bedeutende Hannoveraner Großhandlung Mufag eingegliedert.[1])

550 Gesellschafter arbeiten unter dem Signum „Mr. Service", 330 bedienen sich des Zeichens „1 a Service"

Diese Gruppe bringt es zusammen auf einen Jahresumsatz von rd. 300 Mio. DM; sie unterhält in günstiger Verkehrslage an der Kolumbusstraße in Hamburg ein 15000-m²-Zentrallager mit 14000 Warenpositionen im Wert von rd. 30 Mio. DM. Von diesem Zentrallager wird der gesamte norddeutsche Raum bis zur holländischen Grenze im Westen, zur dänischen im Norden, zur DDR im Osten und im Süden bis Kassel bedient. T ä g l i c h werden 42 Touren gefahren, jeder Kunde kann t ä g l i c h beliefert werden.

Wir fanden eine ausgeklügelte, auf EDV abgestützte Lager- und Lieferorganisation vor. Die Aufträge gehen in der Regel über Bildschirmterminals ein; die Kunden bestellen direkt oder bei einer der regionalen norddeutschen Auftragsannahmestellen, die On-Line mit dem NCR-Computer in Hamburg verbunden sind. Mittags um 12 Uhr ist Annahmestop. Anschließend bis 14 Uhr wertet der Computer die Bestellungen aus, druckt die Lagerauslieferungen- und Kommissionspapiere, und dann beginnt auf der Rampe das Zusammenstellen der Kommissionen für die 42 Touren auf einer gleichen Zahl von Kommissionsplätzen. Nun werden die Lastzüge beladen, die zu den Sammelpunkten, etwa Oldenburg, rollen. Hier warten acht oder zehn Spediteur-Lastwagen; es wird umgeladen und die Einzeltouren beginnen. Am Nachmittag des der Bestellung folgenden Tages hat der Kunde seine Ware. Ohne EDV geht nichts. Das wurde am Beispiel des „chaotischen Lagers" deutlich. Das sind riesige Regalreihen, deren Waren von der Wareneingangsrampe, dem „Stauraum", in Paletten mit Computersteuerung in die Regalplätze eingestellt werden. Nur der Computer weiß, wo was steht, und er läßt es dort wieder abholen, wenn etwas davon verkauft ist. Die EDV „merkt" sich die frei gewordenen Plätze und belegt sie neu.

Mr. Service, 1a Service

Diese Kooperation bedient sich zweier Signets: „Mr. Service" mit dem charakteristischen Hut eines englischen Gentleman, und „1a Service". Die Zweigleisigkeit hat einen guten Grund. Inzwischen ist nämlich das Netz der Gesellschafter so dicht geworden, daß manche von ihnen in unmittelbarer Nachbarschaft tätig sind. Es braucht nicht jedermann zu wissen, daß beide Ladengeschäfte der gleichen Kooperation angehören. Wenn ein neuer Gesellschafter aufgenommen werden soll, dann hat sein unmittelbarer Konkurrent ein Mitsprache-, aber kein Veto-Recht. Der Beirat entscheidet.

Was kostet die Mitgliedschaft in der KG? 2000 DM Kapitaleinschuß, n o c h kein Eintrittsgeld, und 75 DM monatliche Gebühren. Dafür nimmt er an den erwähnten Hilfen teil und bekommt wöchentlich eine Informations-Mikrofiche. Sie enthält alle Veränderungen auf dem Gebiet der braunen und weißen Ware, die neuesten Preise, Kalkulationshilfen, Angaben über die Handelsspannen, Sonderangebote, Lagerbestände etc. Jeder Gesellschafter muß also ein Mikrofilm-Lesegerät besitzen.

Man versicherte uns, daß die Organisationen im Westen und Süden ganz ähnlich sind. Die drei Kooperationen unter dem Dach der DFHG betreuen heute rd. 850 Gesellschafter, deren Gesamtumsatz bei 800 Mio. DM brutto liegt.

K. T.

[1]) Bis zum 31. Januar war Weich & Co. die Grundig-Werksvertretung für Norddeutschland (siehe Hinweis auf der nächsten Seite des FUNKSCHAU-express).

Zur Person

Alfred Götz und **Herbert Haun,** bisher Prokuristen der Peerless-MB, Obrigheim, sind seit dem 1. Januar weitere einzelzeichnungsberechtigte Geschäftsführer des Unternehmens.

Robert E. Dwyer ist neuer weltweiter Marketingdirektor von Rockwell International Microelectronic Devices und damit verantwortlich für den Vertrieb vom Mikroprozessoren, IC, Filter und militärischen Bausteinen sowie für die Produkte der Geschäftsbereiche Magnetblasenspeicher, Modems, AIM 65 Mikrocomputer und Subsysteme.

Dr. Eugen Sasse begeht am 9. März seinen 85. Geburtstag. Der Gründer (1947) und heute Ehrenvorsitzende des Fachverbandes Bauelemente der Elektronik im ZVEI, auch Mitbegründer des ZVEI, lebt vornehmlich in Prien/Chiemsee. Er ist weiterhin Gesellschafter-Geschäftsführer der Firmen Sasse GmbH, Schwabach, und der Dr. Eugen Sasse GmbH & Co. KG, Hersteller von Bauelementen für die Elektronik. Dr. Sasse machte sich u. a. auch einen Namen als Dozent an der Universität Nürnberg und als Handelsrichter am Landgericht Nürnberg; er ist Träger des Bundesverdienstkreuzes 1. Klasse.

Dietmar Lindemann übernahm am 2. Januar die Verkaufsleitung für Fuji Audio- und Videokassetten bei der All-Akustik Vertriebs GmbH & Co. KG, Hannover. Er war vorher bei der Niedersächsischen Handelsvertretung Sigmund zuständig für den Verkauf von Akai- und Ampex-Produkten.

Prof. Dipl.-Ing. H. Williges, 69, hat sich am 31. 12. 1979 nach vielen Jahren einer freien Beratertätigkeit bei den Isophon-Werken, Berlin, von diesem Unternehmen getrennt. Prof. Williges ist auch den Lesern der FUNKSCHAU als Fachautor bekannt; er arbeitet zur Zeit an einem Handbuch der Wohnraumbeschallung.

Georg Kirchmann, 53, bisher Prokurist bei NCR, Augsburg, wurde zum stellvertr. Geschäftsführer ernannt. Der gebürtige Augsburger ist seit 1949 im Hause.

Satellitentechnik

In der Satellitenfunkstelle Raisting am Ammersee/Obb. werden z. Z. zwei neue 32-m-Parabolspiegel gebaut; sie dürften bis Mitte 1981 betriebsbereit sein und Raisting dann mit fünf Satelliten-Erdefunkstellen zu einer der größten Anlagen ihrer Art in der Welt machen. Antenne 1 gilt dann als Reserveanlage, die Antennen 2, 3 und 5 sind für den Betrieb mit je einem Satelliten über dem Atlantik für USA, Kanada, Mittel- und Südamerika und dem Vorderen Orient bestimmt, während die Antenne 4 für einen Satelliten über dem Indischen Ozean (Südafrika, Australien, Asien) arbeitet. Außerdem steht in Raisting noch eine Erdefunkstelle für den Versuchsbetrieb mit dem deutsch/französischen Satelliten „Symphonie".

Kompetenzen aufgeteilt:

Nach dem Ausscheiden von Dr. Vogt, bisher Generalbevollmächtigter von Nordmende, sind dessen Kompetenzen aufgeteilt worden. Neuer Generalbevollmächtigter der Norddeutschen Mende KG (Produktion) wurde Claude Mallard, 47, der jedoch auch weiterhin Chef der gesamten Produktion der braunen Ware in der Thomson-Brandt-Gruppe bleibt. Generalbevollmächtigter für die Nordmende Vertriebs GmbH & Co., oHG ist jetzt Dipl.-Kaufm. Bernard Gilliot, 45. Er war zuletzt Direktor einer Thomson-Brandt Vertriebsgesellschaft.

Veranstaltungen und Termine

Die diesjährige Fachtagung der Postingenieure auf der Hannover-Messe befaßt sich mit dem Thema „Innovationen in Post- und Fernmeldesystemen", Zeit: Donnerstag, 17. April, von 14 bis 18 Uhr und Freitag, 18. April, von 9 bis 13 Uhr im Saal 1 des Internationalen Treffpunktes auf dem Messegelände. Am gleichen Tag können Interessenten einzelne Fachmärkte der Hannover-Messe wie „Nachrichtentechnik", „Meß- und Prüf-Steuerungs- und Automatisierungstechnik" sowie vor allem das „CeBIT-Zentrum" unter fachkundiger Führung besuchen.

Die Firato 80 wird vom 29. August bis 7. September 1980 in Amsterdam (RAI-Ausstellungsgebäude) abgehalten. Am Vortage, d. h. am 28. August, ist die Ausstellung nur dem Fachhandel zugänglich. Durch Verlegung der Hörfunk- und Fernsehstudios aus dem Ausstellungs- in das Kongreßgebäude ist mehr Ausstellungsplatz als bisher verfügbar. Ausstellungsobjekte sind die Unterhaltungselektronik, Antennen, elektronische Musikinstrumente, Möbel für Rundfunk- und Fernsehzwecke sowie Ton- und Bildträger. Erstmalig werden 27-MHz-Funkanlagen gezeigt. Auskünfte: Amsterdam RAI, Europaplein, Amsterdam/Holland.

In Zürich-Regensdorf, Kongreßzentrum Holiday Inn, findet vom 4. bis 6. März eine Anzahl von Veranstaltungen rund um die neuen Medien statt:
4.–6. März: Seminarien Kabelfernsehen (Einführung in die Technik, Planung und Aufbau von GGA und Kabelfernsehnetzen, Aufbau und Organisation eines Kabelfernsehbetriebes).
4. März: Die neuen Medien (Kabelfernsehen, die neuen Medien und die Werbung, Rundtischgespräche).
5. und 6. 3.: Kabelfernsehen '80 und Gemeinschaftsantennen '80, getrennt für unterschiedliche Interessentenkreise.
Auskünfte: Walther & Trösch, Informis AG, Bahnhofstr. 28, CH-4914 Roggwil, Tel.: 063/492855.

Handel und Vertrieb

Die Nachricht des Monats kommt von Tandberg Radio Deutschland: Die Preise für die Tonbandmaschinen sinken um 10 %, die für den Kassettenrecorder TCD 440 a um 23 % und die der Receiver um bis zu 22 %. Begründung: die positiven Auswirkungen der organisatorischen Neugliederung im norwegischen Mutterhaus. – Tandberg Deutschland setzte 1979 trotz der bekannten Schwierigkeiten für 10 Mio. DM um; für 1980 werden 15 Mio. DM anvisiert. Zur Hi-Fi '80 in Düsseldorf bereitet das Unternehmen eine Separat-Komponentenserie für höchste Ansprüche vor.

Der Entschluß von Nordmende, ab dem 1. Januar den Radio- und Fernsehgeräte-Großhandel im Bundesgebiet nicht mehr zu beliefern – worüber wir ausführlich berichteten – hat den Großhandelsverband VDRG naturgemäß nicht ruhen lassen, zumal der Beschluß der Bremer auch nach dem abrupten Weggang von Nordmende-Firmensprecher Dr. Vogt nicht revidiert wurde. VDRG-Vorsitzender Erich Ströhlein lud daraufhin den für die braune Ware bei der Nordmende-Mutterfirma Thomson-Brandt zuständigen Jaques Fayard nach Köln zu einem Gespräch ein. Über das Ergebnis – oder Nicht-Ergebnis – liegt nur eine dürre Pressemitteilung vor: Beiderseitig ist man der Meinung, die Tür für weitere Kontakte offen zu halten.

Grundig mit eigener Niederlassung in Norddeutschland

Von Anbeginn an war die von Petersen-Mahrt sen. aufgebaute Firma Weide & Co. in Hamburg die norddeutsche Grundig-Werksvertretung. Seit dem 1. Februar werden die Grundig-Interessen im norddeutschen Raum von der **Grundig AG, Niederlassung Hamburg,** wahrgenommen. Sie arbeitet zunächst mit dem Personal, den Büro- und Lagerräumen, dem Fuhrpark und der Waren-EDV von Weide & Co. bzw. Keller & Co., die im gleichen Gebäudekomplex untergebracht sind und ebenfalls Petersen-Mahrt gehört. Eine räumliche Trennung dürfte erst über lange Zeiträume zu erreichen sein. Petersen-Mahrt jun. hatte als Nachfolger seines früh verstorbenen Vaters die ursprüngliche Radio-Fernseh-Bauelemente-Großhandlung Weide & Co. systematisch aller ihrer Großhandlungsfunktionen entkleidet; sie übte zuletzt nur noch die Grundig-Werksvertretung aus, während die Großhandelsaktivitäten auf Keller & Co. übergingen. Dieses Unternehmen ist, wie auf den Seiten 2 und 3 dieser Expreß-Ausgabe nachzulesen ist, Leitgroßhandlung für die Kooperation EMG GmbH & Co. KG Hamburg, unter dem Dach der Deutschen Fachhandelsgemeinschaft für Unterhaltungselektronik und Haustechnik.
Leiter der neuen Grundig-Niederlassung Hamburg ist Karl-Heinz Hagen, für den Bereich professionelle Elektronik zeichnet Joachim Krause verantwortlich.

Zur Lage auf dem Fernsehgerätemarkt

Die Ende Dezember 1979 bei der Industrie lagernden 560 000 Farbfernsehgeräte bezeichnet der Pressedienst der Gesellschaft zur Förderung der Unterhaltungselektronik (gfu) angesichts der Typenvielfalt (In- und Auslandsmodelle) als einen „angemessenen Bestand, um stets lieferfähig zu sein". Der Abbau um 300 000 Stück seit Mitte 1979 gelang durch überdurchschnittliche Ausfuhren, insbesondere im Dezember 1979, und durch das Auffüllen der Lager des Einzelhandels, der zum Jahresbeginn angesichts der Winterolympiade im Februar lieferfähig sein will. 1979 konnten 1,7 Mio. Farbgeräte ausgeführt werden (1978: 1,4). Inzwischen haben die meisten Hersteller die Preise für Farbfernsehempfänger deutlich angehoben. Grundig ging am 1. Februar mit einer Erhöhung der Werksabgabepreise für etwa zwei Drittel seines Verkaufsprogramms um drei bis fünf Prozent voran, was nach Werksangaben eine Verteuerung für den Endkäufer um 50 bis 100 DM ausmachen wird (soweit der Fachhandel die Einkaufsverteuerung auch weitergibt und sie nicht im täglichen Wettbewerb als Preiswaffe selbst trägt). Grundig erklärt dazu, daß die industriellen Erzeugerpreise im Bundesgebiet seit 1974 um fast 20 % gestiegen sind, die Preise der Geräte der Unterhaltungselektronik in dieser 5-Jahres-Periode jedoch um 15 Prozent sanken!

Blaupunkt erhöhte die Preise für sein Farbgeräte-Programm am 1. Februar um drei bis sechs Prozent und meinte, daß eine weitere Anhebung im Verlauf des Jahres nicht ausgeschlossen ist. ITT Schaub Lorenz erhöht um bis zu 5 %. Bei Saba liegt die Preisanhebung für 42-cm-, 51-cm- und 67-cm-Geräte zwischen zwei und drei Prozent, hier wurde ebenfalls auf die Notwendigkeit einer weiteren Verteuerung in einigen Monaten verwiesen. Bei Philips gilt eine neue Preisliste mit Erhöhungen der Farbgerätepreise um zwei bis vier Prozent, und Telefunken steigert im Schnitt um drei Prozent. Noch etwas abwarten will Metz. Nordmende erhöht nicht, weil erst Ende 1979 Preiskorrekturen nach oben stattfanden (bei den vorher genannten Firmen durchweg auch...). Sony bleibt bei seinen Preisen, weil, wie aus Köln verlautet, die Trinitron-Farbgeräte ohnehin schon immer rd. 20 Prozent teurer sind als vergleichbare andere Modelle.

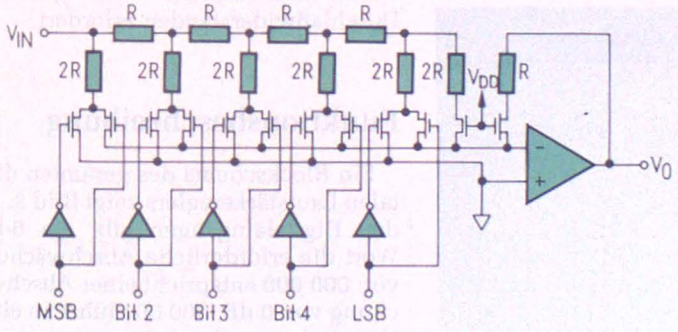
AV

Es hat den Anschein, als ob das System Videc 2000 von der Firma Philips im Bundesgebiet nicht vor Mitte/Ende März auf den Markt kommen wird. Bis dahin dürften so gut wie alle Bestände des inzwischen sehr preisgünstig gewordenen 2-Stunden-Gerätes N 1702 verkauft worden sein. Video 2000 wurde von Philips im Oktober 1979 in der NTSC-Version in Tokio vorgestellt (vgl. Heft 2/80, S. 36). Anfang März erfolgt die USA-Premiere auf einer Tagung in San Diego, über die wir berichten werden.

Lautstärkeregelung mit CMOS-Digital/Analog-Wandler

HiFi-Gerätehersteller gehen mehr und mehr dazu über, in Geräten der Spitzenklasse Funktionen wie Lautstärke, Bässe, Höhen, Balance sowie Leise- und Stummschaltung digital per Tastendruck bzw. Fernbedienung zu steuern. Der nachfolgend beschriebene AD 7110 ist speziell für solche Einsatzfälle entwickelt worden. Er enthält einen linearen binären Digital/Analog-(D/A-)Wandler mit 17 bit Auflösung und vorgeschaltetem Codewandler. Ein 6-bit-Codewort an den Digitaleingängen legt den Abschwächungsfaktor von 0 bis –88,5 dB in 1,5-dB-Schritten fest.

In vielen Fernsehgeräten gehört die Fernbedienung heute zur Grundausstattung. Die Lautstärkeeinstellung wird in der Regel mit Hilfe eines Analogmultiplizierers durchgeführt, wobei an dem einen Multiplizierereingang das Signal, an dem anderen die von der Fernsteuerung vorgegebene Steuerspannung liegt. Bei digitaler Vorgabe der Lautstärke muß das analoge Steuersignal durch einen D/A-Wandler erzeugt werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist die Ungenauigkeit der Einstellung, die nicht den Ansprüchen an Hi-Fi-Geräte genügt.



▲ Bild 1. Multiplizierender 5-bit-D/A-Wandler in CMOS-Technik

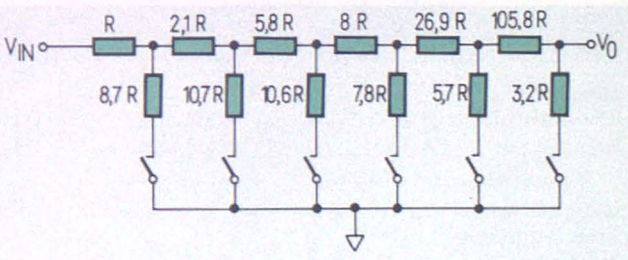


Bild 2. Abschwächer mit 1-dB-Schritten

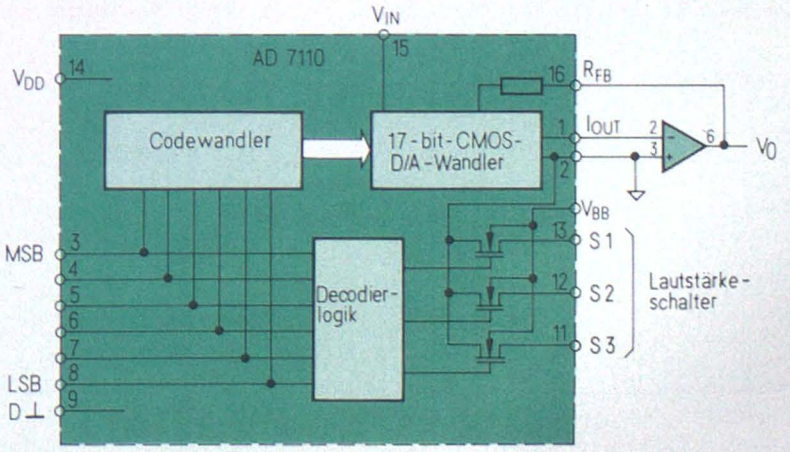


Bild 3. ▶ Blockschema des digitalen Lautstärkereglers AD 7110

Technische Daten des AD 7110

a) Spezifikationen für den Tonfrequenzbereich

(V_{DD} = +5 bis +12 V, V_{BB} = 0 bis –12 V, Anschlüsse 11 bis 13 offen, Temperaturbereich 0 bis +50°C)

Parameter	AD 7110 mit idealem Operationsverstärker	AD 7110 mit TL-082-Operationsverstärker	Testbedingungen
Abschwächungsbereich	0...–88,5 dB	0...–88,5 dB	V_{IN} = 10 V_{eff} bei 1 kHz
Auflösung	1,5 dB max.	1,5 dB max.	Frequenzbereich 20 Hz...20 kHz
Abschwächungsfehler			
0 dB...–48 dB	± 0,7 dB max.	± 0,7 dB max.	Der AD 7110 ist garantiert monoton über den Bereich 0...–88,5 dB
–48 dB...–88,5 dB	monoton	monoton	
Klirrfaktor	–98 dB max.	–85 dB typ.	nach DIN 45 403, Blatt 2
Intermodulation	–92 dB max.	–79 dB typ.	nach DIN 45 403, Blatt 4
Eingangsspannung V_{IN}	30 V max.	10 V max.	für Klirrfaktor < 1 %
Übersprechen	Besser als –85 dB bei 1 kHz, hängt hauptsächlich vom Layout der gedruckten Platine ab		
Rauschdichte der Ausgangsspannung	30 nV/$\sqrt{Hz}$ max.	70 nV/$\sqrt{Hz}$ typ.	20 Hz bis 20 kHz
Bandbreite	0–100 kHz min.	0–250 kHz typ.	bei 0 dB

b) Elektrische Daten

(V_{DD} = +12 V, V_{BB} = –12 V, V_{IN} = –10 V, Anschlüsse 11 bis 13 offen, Temperaturbereich 0...+50°C)

Parameter	Grenzwerte	Testbedingungen
Analogeingang		
Eingangswiderstand an Anschlußstift 15 (V_{IN})	18 kΩ max. 9 kΩ min.	V_{out} = 0 V
Schalter für gehörrichtige Lautstärkekorrektur und Stummschaltung		
Durchlaßwiderstand R_{ON}	600 Ω max.	Schalterstrom 1 mA, Schalterspannung +12V
Leckstrom im ausgeschalteten Zustand	1 µA max.	
Digitaleingänge		
$V_{IN\ H}$	11,5 V min.	
$V_{IN\ L}$	0,5 V max.	
$I_{IN\ H}$	1 µA max.	
$I_{IN\ L}$	1 µA max.	
C_{IN}	5 pF typ.	
Stromversorgung		
V_{DD}	+12 V max.	Digitaleingänge auf $V_{IN\ L}$ oder $V_{IN\ H}$
V_{BB}	–12 V max.	
I_{DD}	1 mA max.	
I_{BB}	100 µA max.	
Verlustleistung	5 mW typ.	

Der hier beschriebene Schaltkreis AD 7110 arbeitet wie ein CMOS-D/A-Wandler mit R/2R-Widerstandnetzwerk (*Bild 1*), enthält jedoch eine Zusatzlogik, die den Binärcode am Eingang des Wandlers in ein Digitalwort zur exponentiellen Abschwächung der Referenzspannung bzw. des Signals umformt. In jedem Zweig des R/2R-Widerstandnetzwerkes liegen Analogschalter in NMOS-Technologie. Sie sind so bemessen, daß der Spannungsabfall am Schalter 0,2 % der Spannung über dem jeweiligen Netzwerkszweig beträgt. Änderungen des Schalterdurchlaßwiderstandes in Abhängigkeit von der Drain-Source-Spannung wirken sich nur zu einem Bruchteil auf die Spannungsverhältnisse im Wandler aus. Die Verzerrungen bleiben deshalb äußerst gering.

Bei der Wahl des Schaltungskonzeptes hatte man zu entscheiden, ob der D/A-Wandler ein nichtlineares Widerstandsnetzwerk nach *Bild 2* oder die sehr einfache R/2R-Ausführung (Bild 1) enthalten sollte. Die Entscheidung fiel zugunsten des R/2R-Widerstandsnetzwerkes, da dieses einerseits unempfindlich auf Schwankungen des Herstellungsprozesses reagiert und eine wirtschaftliche Chipgröße versprach, andererseits nicht die Nachteile wie sehr unterschiedliche Widerstandswerte und Schalter mit gestuften Durchlaßwiderständen erfordert.

Funktionsbeschreibung

Ein Blockschema des gesamten digitalen Lautstärkereglers zeigt *Bild 3*. An den Digitaleingängen gibt ein 6-bit-Wort die erforderliche Abschwächung vor: 000 000 entspricht einer Abschwächung von 0 dB, 000 001 führt zu einer Verminderung der Ausgangsspannung um 1,5 dB, 000 010 um 3 dB usw. Das 6-bit-Wort am Eingang wird im Codewandler in ein 17-bit-Wort umgeformt, das dann den D/A-Wandler ansteuert. Der Schaltkreis enthält weiterhin drei NMOS-Schalter für die gehörrichtige Lautstärkenkorrektur bei hohen Abschwächungsfaktoren sowie für Stummschaltung. Schalter S 1 schließt im Bereich 48 dB bis 58,5 dB, Schalter S 2 zwischen 60 dB und 88,5 dB und Schalter S 3 (Muting, Stummschaltung) von 90 dB bis 94,5 dB.

Zur stetigen Abschwächung steht ein Bereich von 0 bis 88,5 dB in 59 Schritten zu 1,5 dB zur Verfügung. Das Tonsignal (max. 10 V_{eff}) liegt am Anschluß 15

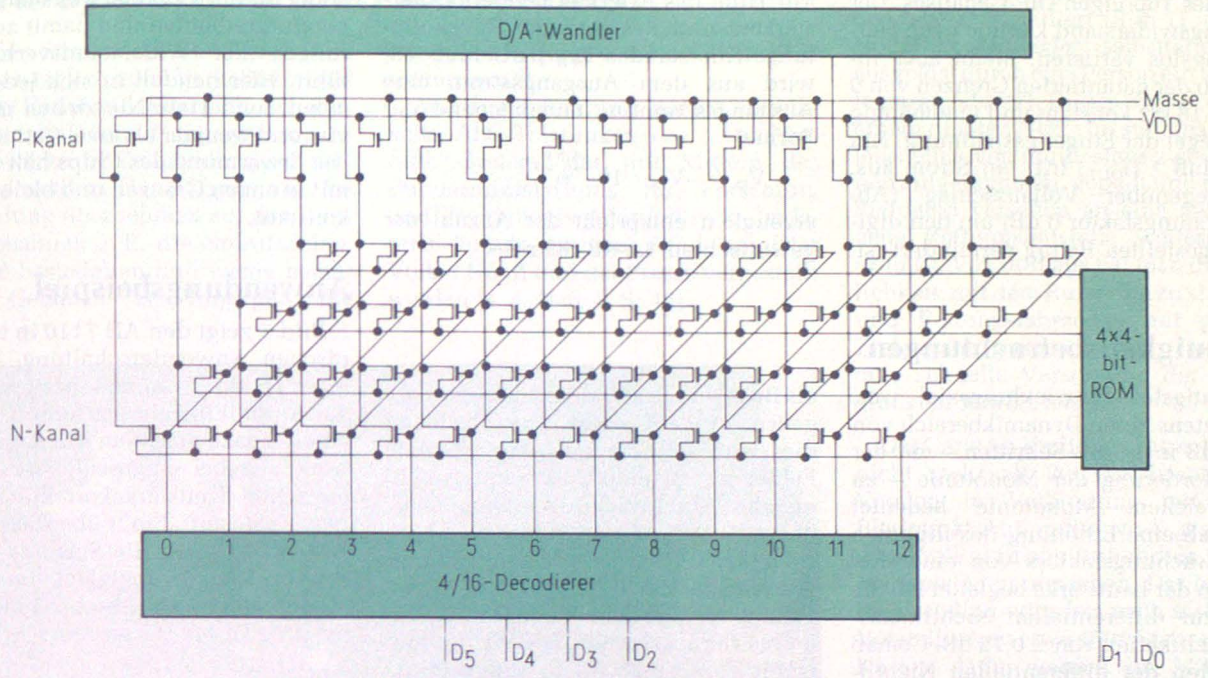


Bild 4. Codewandlerschaltung

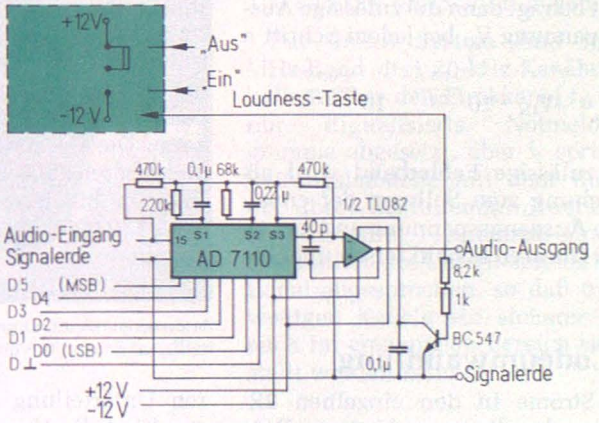


Bild 5. ▶
Digitale Lautstärkeregelung und physiologische Lautstärkekorrektur mit AD 7110

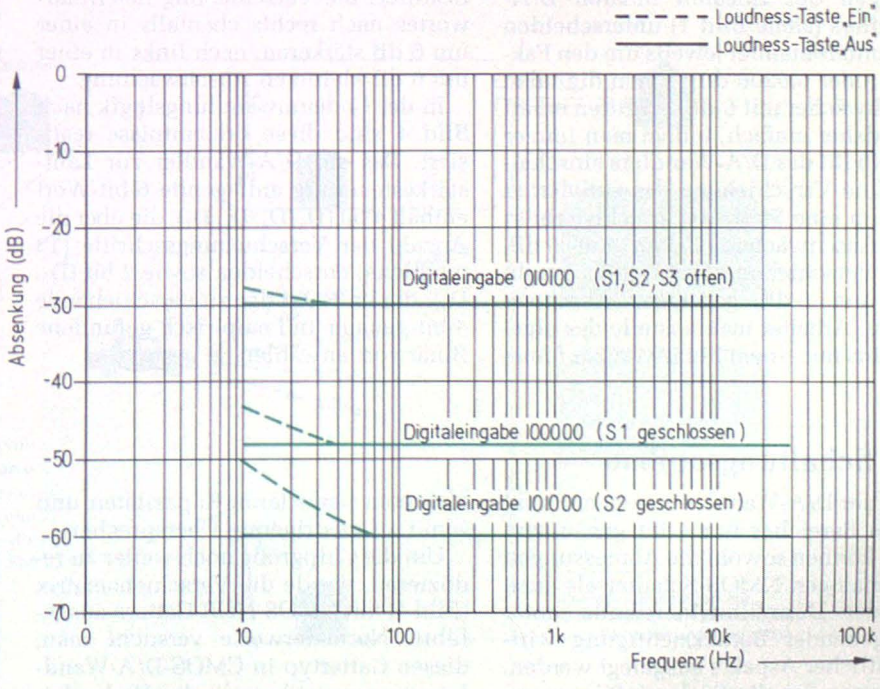


Bild 6. Frequenzgang der Schaltung nach Bild 5

(V_{IN}) des 16poligen DIP-Gehäuses. Der Eingangswiderstand kann je nach Herstellungslos variieren, bleibt aber innerhalb der garantierten Grenzen von 9 kΩ bis 18 kΩ konstant und unabhängig vom Pegel der Eingangsspannung. Am Anschluß 1 (I_{OUT}) tritt ein Strom aus, der gegenüber Vollausschlag (Abschwächungsfaktor 0 dB) um den digital eingestellten Betrag vermindert ist.

Genauigkeitsbetrachtungen

Wichtigstes Entwicklungsziel war, mindestens einen Dynamikbereich von 0...80 dB in 1,5-dB-Schritten – mit der Zusatzforderung der Monotonie – zu überstreichen. Monotonie bedeutet hier, daß eine Erhöhung des digitalen Abschwächungsfaktors von einer Reduktion der Lautstärke begleitet ist. Sie führt zur differentiellen Nichtlinearitätsspezifikation von ± 0,75 dB. Gemäß Definition der differentiellen Nichtlinearität beträgt dann die zulässige Ausgangsspannung V_O bei jedem Schritt n

$$V_O = -V_{IN} \cdot 10^{\frac{-1,5\ n}{20}} \cdot 10^{\frac{\pm 0,75}{20}}$$

Das zulässige Fehlerband wird als Abweichung vom Sollwert der eingestellten Ausgangsspannung und nicht – wie bei linearen Schaltkreisen üblich – als Bruchteil des Vollausschlages angegeben. Anders ausgedrückt bedeutet dies, daß sich der zulässige absolute Fehler mit n ändert, also mit zunehmender Abschwächung kleiner wird, der zulässige relative Fehler aber konstant bleibt. Rechnerisch kann man zeigen, daß der zur digitalen Lautstärkeregelung in Frage kommende D/A-Wandler bei Berücksichtigung der Ungenauigkeit von ± 0,75 dB in jedem Punkt seines Abschwächungsbereiches nur 4 bit genau sein muß und daß jeder Abschwächungsfaktor durch 4 bit und einer Anzahl logischer Nullen vor bzw. nach diesen 4 bit dargestellt werden kann. Die Gesamtauflösung eines vergleichbaren 88,5 dB überstreichenden linearen binären D/A-Wandlers muß etwa 130 000 Schritte und damit 17 bit betragen.

Die Codeumwandlung

Die Ströme in den einzelnen 2R-Zweigen des linearen binären D/A-Wandlers (siehe Bild 1) unterscheiden sich untereinander jeweils um den Faktor 2 (oder 6,0206 dB). Einen digitalen Abschwächer mit 6-dB-Schritten erhält man daher einfach, indem man immer nur ein Bit des D/A-Wandlers einschaltet. Eine Verschiebung des aktivierten Bits um eine Stelle nach rechts erhöht den Abschwächungsfaktor um 6 dB, eine Verschiebung nach links ergibt eine um 6 dB geringere Abschwächung. Arbeitet man anstelle des eigenen Bits mit einem Binärwort zur feineren Unterteilung der 6-dB-Intervalle, resultiert die Verschiebung des Binärwortes nach rechts ebenfalls in einer um 6 dB stärkeren, nach links in einer um 6 dB kleineren Abschwächung.

In der Codeumwandlungslogik nach *Bild 4* sind diese Erkenntnisse realisiert. Das am D/A-Wandler zur Lautstärkesteuerung anliegende 6-bit-Wort enthält 4 bit (D_5, D_4, D_3, D_2), die über die Anzahl der Verschiebungsschritte (13 mögliche) entscheiden sowie 2 bit (D_1, D_0), die im ROM das zu verschiebende 4-bit-genaue und empirisch gefundene Binärwort anwählen.

Der Schaltungsaufbau

Da der D/A-Wandler an jedem Punkt seines Bereiches nur 4 bit genau sein muß, können sowohl die Abmessungen der analogen NMOS-Schalter als auch die der Dünnfilmwiderstände unter weitgehender Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte ausgelegt werden. Kleinere Schalterflächen führen zu kleineren parasitären Kapazitäten und somit zu niedrigerem Übersprechen.

Um die Chipgröße noch weiter zu reduzieren, wurde die Verschiebematrix (Bild 4) mit NMOS-NOR-Gattern ausgeführt. Normalerweise versucht man, diesen Gattertyp in CMOS-D/A-Wandlern zu vermeiden, da die Verlustleistung im Chip zu unerwünschten Temperaturgradienten und damit zu Änderungen der Widerstandsverhältnisse führt. Hier handelt es sich jedoch um einen Sonderfall: Nie ziehen mehr als vier und weniger als zwei Gatter Strom. Die Erwärmung des Chips hält sich somit in engen Grenzen und bleibt relativ konstant.

Mit Hilfe des externen Operationsverstärkers und des internen Rückkopplungswiderstandes R_{FB} (Anschluß 16) wird aus dem Ausgangsstrom eine Ausgangsspannung entsprechend der Formel

$$V_O = -V_{IN} \cdot 10^{\frac{-1,5\ n}{20}}$$

erzeugt. n entspricht der Anzahl der gewünschten 1,5-dB-Schritte.

Anwendungsbeispiel

Bild 5 zeigt den AD 7110 in einer typischen Anwenderschaltung. Das abzusenkende Tonfrequenzsignal liegt am Audio-Eingang (Anschluß 15) und parallel dazu an einem Klangregelnetzwerk, das bei eingeschalteter physiologischer Lautstärkekorrektur (Loudness-Taste auf „Ein") über den Transistor BC 547 und die Schalter S 1, S 2 sowie S 3 in Abhängigkeit von dem digital eingestellten Abschwächungsfaktor (Bits D_5 bis D_0) gesteuert wird.

Den Frequenzgang der Schaltung gibt *Bild 6* wieder. Die oberste Kurve stellt den Verlauf bei –30 dB dar. Bei Loudness-Stellung „Aus" schaltet der Transistor BC 547 durch, das Frequenzgangfilter bleibt inaktiviert. Bei „Ein" ist der Transistor gesperrt, die Widerstands-Kondensator-Kombination 470 kΩ – 0,1 µF – 470 kΩ kommt zur Wirkung und lenkt bei tiefen Frequenzen einen zusätzlichen Strom auf den Summenpunkt des Operationsverstärkers.

Der Amplitudengang bei –48 dB und –60 dB kommt in den beiden unteren Kurven zum Ausdruck. Bei –48 dB ist S 1 geschlossen, bei –60 dB S 2. Ab –90 dB schaltet S 3 durch und legt den Summenpunkt des Operationsverstärkers auf Masse. Das Ausgangssignal wird zu Null.

(Übesetzt und bearbeitet von Paul Löser.)

Literatur

[1] Vorläufiges Datenblatt zum AD 7110 der Fa. Analog Devices

[2] *Wilson, J.; Whitmore, G.:* Application Guide to CMOS Multiplying D/A Converters. Broschüre der Fa. Analog Devices vom Mai 1978

[3] *Löser, P.:* CMOS-D/A-Umsetzer ersetzt Feinpotentiometer. ELEKTRONIK 1979, Heft 6, S. 71...74.

Stichworte zum Inhalt

AD 7110, gehörrichtige Lautstärkeregelung, D/A-Wandler

Notrufsystem für den Autofahrer

Auf den Straßen der Bundesrepublik zählt man täglich 1000 Verkehrsunfälle mit 1400 Verletzten; allein 200 Schwerverletzte sind darauf angewiesen, innerhalb kürzester Zeit medizinisch versorgt zu werden. Die Aufgabe der Unfallmeldung übernehmen auf den Bundesautobahnen z. B. die Notrufsäulen. In dünn besiedelten und wenig befahrenen Gebieten ist hingegen die schnelle Meldung von Notfällen nicht sichergestellt.

Aus dieser Kenntnis heraus entwikkelte AEG-Telefunken das „AutoNotfunk"-System, das mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie gefördert wird. Im Januar konnte es dem Bundesminister Volker Hauff und der Presse vorgestellt werden (s. a. Heft 4, S. 46).

Bild 1. Bundesminister Dr. Hauff beim Test des Notfunkmeldegerätes; das Autoradio im Armaturenbrett enthält das eigentliche Notfunkmeldegerät, während das Bedienteil hier unter dem Autotelefon installiert ist (Aufn.: Schwahn)

In den Fahrzeugen ist ein Notfunkmeldegerät installiert (*Bild 1*), das bei Notfällen entweder selbsttätig oder ausgelöst durch eine Person ein Funktelegramm absetzt. Dieses Signal wird in einem dichten Netz von stationären Relaisstellen von mindestens zwei Stationen aufgenommen, gepeilt und mit den Peildaten versehen an eine nahegelegene Rettungsleitstelle weitergeleitet (*Bild 2*). Von dort aus hat man die Möglichkeit, mit dem Rufenden zu sprechen und Rettungsfahrzeuge mit genauer Zielangabe auszuschicken. Damit ist eine schnelle Versorgung der Verunglückten gewährleistet.

Das Gerät im Kraftfahrzeug soll später nicht mehr als 300 DM kosten; eine Version in Verbindung mit einem Blaupunkt-Autoradio wird gegenüber dem Preis normaler Autoradios 150 DM Mehrkosten verursachen. Das Netz der Relaisstellen erfordert nach bisherigen Vorstellungen etwa 4000 Stationen; die Kosten dafür werden im Mittel bei 100 000 DM pro Station liegen.

Für dieses System sind im 470-MHz-Band drei 20-kHz-Kanäle freigehalten. Über den Funkkanal f_1 werden nur digitalisierte Notmelde-Telegramme abgesetzt, über f_2 spricht die Rettungsleitstelle mit dem Rufenden und über f_3 der Rufende mit der Leitstelle. Diese drei Frequenzen sind nach Auskünften des Unternehmens international abgesprochen, so daß trotz der wenigen Kanäle ein sicherer Betrieb auch im grenznahen Bereich sichergestellt werden kann. Kn.

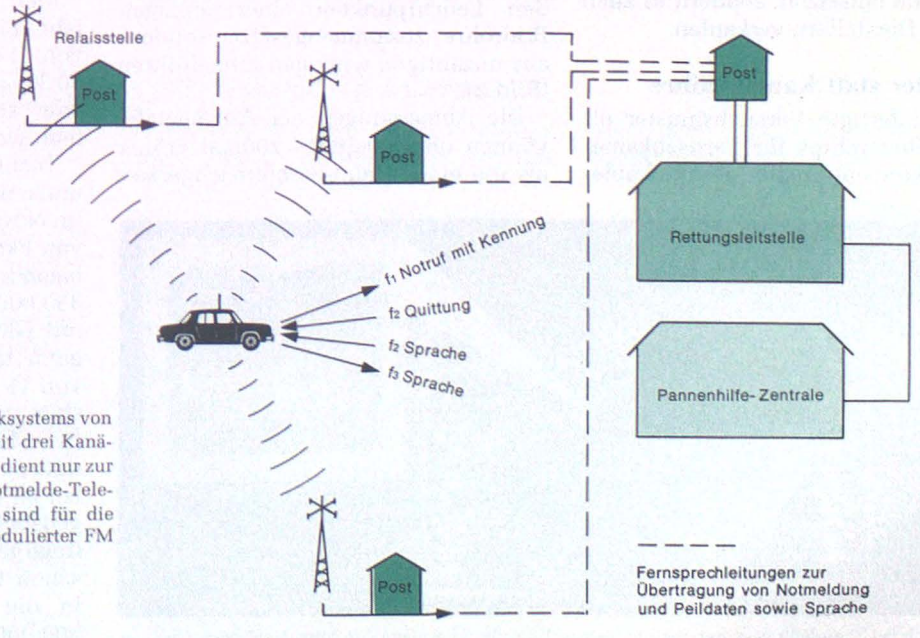


Bild 2. Prinzip des AutoNotfunksystems von AEG-Telefunken. Es arbeitet mit drei Kanälen im 470-MHz-Bereich; einer dient nur zur Übermittlung digitaler Notmelde-Telegramme, die beiden anderen sind für die Kommunikation mit sprachmodulierter FM vorgesehen

Brief aus Japan

Farbbildröhre 8 % heller

Toshiba entwickelte ein neuartiges Pigment namens Indiumsulfid (In_2S_3), das die Helligkeit von Farbbildröhren verbessert. Es wird für den roten Spektralanteil verwendet und besitzt einen höheren Wirkungsgrad als das sonst in Japan vorwiegend verwendete rote Eisenoxid. Bei gleichbleibendem Kontrast ergibt sich eine Helligkeitsverbesserung um 8 %.

Pigmente verwendet man für rote und blaue Leuchtstoffe, für den grünen Spektralanteil hat man bisher keines gefunden. Ittriumoxidsulfid (Y_2O_2S:Eu), das mit Europium angereichert wurde, findet für den roten Leuchtstoff Verwendung, wobei rotes Eisenoxid oder rotes Kadmium als entsprechendes Pigment verwendet werden. Das Problem bei rotem Kadmium ist allerdings, daß es während des Herstellungsprozesses wegen der auftretenden Oxidation an Farbe verliert, während rotes Eisenoxid zwar stabil ist, aber nur einen geringeren Reflexionsfaktor aufweist.

Auch das von Toshiba verwendete Indiumsulfid oxidiert – wie rotes Kadmium – während der Herstellung der Bildröhre. Um dies zu verhindern, wird der rote Leuchtstoff zunächst mit einer Mischung aus Indiumsulfid und Natriumsulfid überzogen und wird dann „gebacken". Dabei entsteht reines Indiumsulfid roter Farbe, das mit einem Natriumsulfid-Film überzogen ist, der es vor Oxidation schützt. Toshiba wird das neue Pigment nicht nur für eigene Bildröhren einsetzen, sondern es auch anderen Herstellern verkaufen.

Halbleiter statt Kameraröhre

Hitachi fertigte Versuchsmuster eines Halbleiterchips für Fernsehkameras. Bei konventionellen Röhrenkameras erfolgt die Umwandlung von Licht in elektrische Signale durch zeilenweise Abtastung einer lichtempfindlichen Schicht mit einem Elektronenstrahl. Solche Kameras besitzen daher erhebliche Abmessungen (die Röhre hat z. B. 1,7 cm Durchmesser und 10 cm Länge).

Das neu entwickelte Halbleiterelement enthält 78 000 LSI-Transistoren auf der Rückseite eines lichtempfindlichen Films von 6,6 mm x 8,8 mm. Das Element ist einschließlich Gehäuse etwa 2 mm dick. Das Prinzip vermeidet den Nachteil von CCD-Kameraelementen anderer Hersteller, bei denen sich Transistoren und lichtempfindliche Flächen auf dem Chip abwechseln, was in einer schlechten Flächennutzung für das Licht resultiert. Hitachi baute den Chip etwa wie ein zweistöckiges Haus, um diesen Lichtverlust zu umgehen.

Farbfernseh-Größtbilddarstellung

Mitsubishi stellte eine gigantische Anlage für die Wiedergabe von Farbfernsehbildern im Freien vor und nannte sie „Electronic Colour Vision System". Die Anlage ist auch für den Betrieb bei Tageslicht geeignet. Sie enthält eine enorme Anzahl winziger Katodenstrahlröhren mit 28,6 mm Durchmesser und eignet sich für Sportarenen oder Informationstafeln auf Flughäfen (*Bild 1*).

Die Arbeitsweise entspricht derjenigen eines normalen Farbfernsehgeräts. Allerdings wird das Bild hier nicht aus den Leuchtpunkten einer einzigen Bildröhre zusammengesetzt, sondern aus unzähligen winzigen Einzelröhren (*Bild 2*).

Die Abmessungen der Anzeigetafel können ohne weiteres 200mal größer als die eines Heim-Farbfernsehgerätes sein. Der Farbton kann in 32 Halbtonstufen genauestens eingestellt werden, ohne die Bildqualität zu verschlechtern.

Bild 1. Auch bei Tageslicht gestattet diese Farbfernseh-Größtbild-Anlage von Mitsubishi noch eine kontrastreiche Wiedergabe

Bild 2. Die Größtbild-Anlage in Bild 1 ist aus unzähligen Einzelröhren zusammengesetzt, von denen hier eine im Größenvergleich mit einer Zigarettenpackung zu sehen ist

Japaner bauen Farbempfänger in England

Die Produktion von Farbfernsehempfängern in England im Auftrag japanischer Hersteller hat in letzter Zeit erheblich zugenommen, weil die britische Regierung für dieses Jahrzehnt den Export solcher Geräte als sehr wichtig betrachtet und auch den Technologieimport aus Japan positiv beurteilt. Ein Beispiel dafür ist die Firma Mitsubishi.

Man erwartet in England für dieses Jahr eine Farbempfänger-Produktion von 1 900 000 Geräten, von denen 30 %, also 575 000, von japanischen oder semi-japanischen Firmen stammen werden.

Toshiba begann zusammen mit Rank unter dem Namen Rank-Toshiba etwa im November 1978 mit der Produktion von Farbfernsehgeräten und Hi-Fi-Anlagen in England. Die Kapazität beträgt 350 000 Geräte pro Jahr. Hitachi tat sich mit GEC England zusammen und begann letzten Juli mit der Produktion von 15 000 Geräten pro Monat. Matsushita gründete eine unabhängige „British Matsushita" im Juni 1974 und fertigte zuletzt 70 000 Geräte pro Jahr, wobei an eine Ausweitung der Kapazität gedacht ist, um der steigenden Nachfrage gerecht zu werden. Sony gründete schon 1968 „Sony UK" und ging 1974 in die Produktion. Jährlich werden 200 000 Geräte gefertigt. Mitsubishi Electric UK entstand letzten März.

Details der WARC '79

Am 6. Dezember 1979 hatte die Weltweite Funkverwaltungskonferenz in Genf ihre Arbeit beendet. Ihre Hauptaufgabe war es, die bis zum 1. 1. 1982 noch gültige VO Funk (Vollzugsordnungen für den Funkdienst) neu zu gestalten und damit die Grundlage für die Zuweisung von Frequenzbereichen in den drei Regionen, in die die Welt funkverwaltungsmäßig eingeteilt ist, zu schaffen. Diese Aufgabe stellte besonders hohe Anforderungen an die Delegierten, da die getroffenen Entscheidungen eine Gültigkeit von immerhin 20 Jahren haben sollen. Zwar wäre es möglich, eine ganze FUNKSCHAU mit den Ergebnissen und Entschließungen zu füllen, jedoch möchten wir uns im folgenden Bericht nur auf die wichtigsten Änderungen beschränken. Die endgültige gedruckte Fassung der neuen VO Funk wird voraussichtlich erst in einigen Monaten vorliegen; die FUNKSCHAU-Redaktion konnte ihre Arbeit auf das ihr vorliegende Dokument No. 901/2 des Konferenzergebnisses stützen. Eine erste Vorschau brachten wir in Heft 1/80, S. 67.

Mächtige Entwicklungsländer

Seit der letzten Weltweiten Funkverwaltungskonferenz im Jahre 1959 haben sich die technischen Voraussetzungen für die Funkdienste, und deren kennt die VO Funk über 50 verschiedene, entscheidend geändert. Der Einsatz von Satelliten und der Mikro-Halbleitertechnik haben sich auf den Bedarf von Frequenzen ausgewirkt. Politische Veränderungen und das wachsende Selbstbewußtsein der Entwicklungsstaaten ließen eine Konferenz erwarten, bei der es sicher nicht nur technische Probleme zu bewältigen gab. Im Verlauf der gesamten Konferenz bestätigte sich dieses.

Veranstalter der Konferenz war die Internationale Fernmeldeunion (ITU), eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen. Zur Konferenz waren mehr als 2000 Delegierte von 144 Fernmeldeverwaltungen und 30 Internationalen Organisationen angereist. Die Bundesrepublik Deutschland war mit 49 Delegierten unter der Leitung von Ministerialdirigent Dipl.-Ing. Venhaus vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen bei der Konferenz vertreten. Neben der Deutschen Bundespost nahmen Delegierte vom Auswärtigen Amt, vom Bundesinnenministerium, Bundesministerium der Verteidigung, Bundesverkehrsministerium und vom Bundesministerium für Forschung und Technologie teil; ferner von den Bundesländern, den Rundfunkanstalten, ARD und ZDF, dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie. Auch ein Vertreter des Amateurfunks war Mitglied der Delegation.

Während bei zurückliegenden Konferenzen der Internationalen Fernmeldeunion öfter Ost-West-Konflikte auftraten, wurden die Diskussionen dieses Mal vom Verhältnis der Entwicklungsländer zu den Industrieländern stärker geprägt. Die Entwicklungsländer machen bisher in weit geringerem Maße Gebrauch vom Frequenzspektrum, sehen aber andererseits für die eigene Infrastruktur eine Reihe von interessanten Anwendungsmöglichkeiten. Daher spielten u. a. die Fragen der Nutzung der Kurzwelle, für Rundfunkdienste und für feste Funkdienste und die Möglichkeiten, die in Zukunft die Satellitentechnik bietet, eine besondere Rolle.

Die Zahl der Mitgliedsländer der ITU (International Telecommunication Union, gegründet 1865) schnellte von noch 96 im Jahre 1959 auf 154 im Konferenzjahr 1979. Davon haben viele Staaten einen enormen technischen Nachholbedarf. Zwar hatte man schon während der Geltungszeit der „alten" VO Funk auf Zwischenkonferenzen entsprechende Richtlinien geschaffen, aber eine Überarbeitung des Gesamtwerks war sehr an der Zeit.

Da auf der WARC jedes zahlende Mitgliedsland eine Stimme hatte (es gab auch Staaten, die ihren ITU-Beitrag nicht bezahlt hatten und daher auch nicht stimmberechtigt waren), war den Entwicklungsländern die Möglichkeit gegeben, jeden ihnen nicht genehmen Antrag der Industriestaaten zum Scheitern zu bringen.

Eine Mammut-Konferenz

An den insgesamt 74 Konferenztagen fanden 894 Vollversammlungen und tausende von Sitzungen der Arbeitsgruppen und Kommitees statt. Nach anfänglichen Wirren wurde Roberto J. P. Severini aus Argentinien die Leitung der Konferenz übertragen. Etwa 14 000 eingereichte Einzelvorschläge waren zu bearbeiten. Die Kosten allein der Konferenz (nicht die der Delegationen) betrugen rund 6 Millionen Schweizer Franken.

Die Arbeit an der neuen VO Funk (Radio Regulations) war auf neun Kommitees aufgeteilt, in denen jeweils Arbeitsgruppen für die betreffenden Sachgebiete gebildet wurden.

Es sei hier noch einmal gesagt: Die Hauptaufgabe der WARC war die Revision der bestehenden Frequenzbereichs-Verteilung.

Der Frequenzbereich der „alten" VO Funk reichte von 10 kHz bis 275 GHz; die jetzt getroffenen Frequenz-Zuweisungen betreffen den Bereich 9 kHz bis 400 GHz. Für Frequenzen außerhalb dieser Grenzen wird lediglich in einer Fußnote gefordert, daß keine schädlichen Beeinflussungen anderer Funkdienste auftreten dürfen. Die Zuweisung an die verschiedenen Funkdienste kann in drei Kategorien erfolgen: Die primäre Zuweisung ist vor Störungen zu schützen (primärer Funkdienst), die alternative Zuweisung ist ihr gleichberechtigt, außer bei der Aufstellung von Frequenzplänen, bei der dem primären das Vorrecht der Wahl der Frequenz zusteht (zugelassener Funkdienst), und

die sekundäre Zuweisung, bei der keine Störung oder schädliche Beeinflußung des primären und zugelassenen Funkdienstes auftreten darf und kein Schutz vor Störungen durch diese besteht (sekundärer Funkdienst).

Viele Erwartungen

Die Vielzahl der Vorschläge zeigt, daß hier viele Vorstellungen und Wünsche entstanden waren, die nicht immer die ungeteilte Zustimmung aller ITU-Länder finden konnten. Afrika hegte den Wunsch, die besonderen Verhältnisse dieses Kontinents durch die Neueinrichtung einer weiteren Region zu würdigen. Eine Reihe westeuropäischer Staaten hätte es gern gesehen, wenn der Fernsehbereich III eingeschränkt worden wäre. Die Verankerung des CB-Funks durch eine Definition in der VO Funk wäre nicht nur auf die Zustimmung der Bundesrepublik und der USA gestoßen. All diese Erwartungen wurden nicht erfüllt. Auch der 1-GHz-Rundfunksatellit, der für den Direktempfang in Autoradios und Kofferempfängern von vielen so gern gesehen worden wäre, fiel dem Rotstift der Frequenzzuweisungen zum Opfer.

Die Verstrickung von politischen Elementen und technischen Erfordernissen führte dazu, daß fachlich und technisch begründete, in die Zukunft weisende Vorschläge größtenteils abgelehnt wurden. Auch hier zeigte sich, daß der etwa 30 Jahre betragende technische Unterschied zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern aufgrund der heutigen Technologie mögliche Zuweisungen verhinderte.

Der Einseitenband-Rundfunk z. B. würde für Entwicklungsländer eine erhebliche, nach deren Ansicht auch absolut unnötige finanzielle Belastung durch die Umrüstung bestehender Empfangsanlagen oder den Kauf neuer Empfänger und Sender bedeuten.

Es gelang daher auch nicht, wie angestrebt, die Zahl der Fußnoten deutlich zu verringern – im Gegenteil: Die Anzahl dieser „Hintertürchen" stieg sogar an. Oft konnten Auseinandersetzungen eben nur durch die Eintragung einer solchen Fußnote geschlichtet werden. Für viele Konferenzteilnehmer war die Haltung der Volksrepublik China eine angenehme Überraschung, denn sie zeigte sich überaus verhandlungsbereit und Argumenten technischer Art zugänglich.

Der Langwellenbereich

Die untere Grenze der zugewiesenen Frequenzbereiche ist auf 9 kHz verlegt worden. In allen Regionen ist dieser unterste Bereich von 9 kHz bis 14 kHz der Radionavigation zugewiesen. Der Bereich 90...110 kHz ist jetzt weltweit für den Radionavigations-Funkdienst reserviert. Dieses Band ist laut einer Fußnote vor Störungen durch benachbarte Frequenzbereiche besonders geschützt. Der Rundfunk-Langwellenbereich ist geringfügig verschoben worden. Der Grund ist die Forderung nach einem 9-kHz-Kanalraster auch im Langwellenrundfunk. Der unterste Langwellen-Rundfunksender kann dann die Trägerfrequenz 153 kHz verwenden. Die Umstellung soll zeitlich gestaffelt bis 1990 geschehen, um den in Region 2 und Region 3 auf diesen Frequenzen betriebenen Flugfunkfeuern Gelegenheit zu geben, sich frequenzmäßig an die neuen Gegebenheiten anzupassen.

Der Schutzbereich um die Anruf- und Notfallfrequenz 500 kHz ist wegen der geringeren Toleranzen der heutigen Funkgeräte auf 495...505 kHz reduziert worden. Endgültige Bestimmungen sollen dafür auf einer noch abzuhaltenden anderen Konferenz geschaffen werden.

Der Mittelwellen-Bereich

Auch hier glich man die Zuweisung an das 9-kHz-Raster an und verlegte das Rundfunkband in der Region 1 von 525...1605 kHz auf 526,5...1606,5 kHz. Durch eine Fußnote sicherte sich Österreich den Bereich 515,5...526,5 kHz für seinen Rundfunkdienst, allerdings mit der Auflage, den Seefunk- und Flugfunkdienst nicht zu stören. In der Praxis bedeutet das, daß hier Sender der 10-kW-Leistungsklasse betrieben werden können. Ebenfalls in einer Fußnote sicherte sich Großbritannien einen Bereich von 519,5 kHz bis 526,5 kHz (auf sekundärer Basis) für ein Verkehrsrundfunk-System. Unter den vielen Fußnoten im Mittelwellen-Zuweisungsblatt hat sich die Bundesrepublik mit der Mehrzahl der europäischen Staaten zusammen die Frequenz 518 kHz auf experimenteller Basis für ein Seefunk-Warnsystem mit Schmalband-Schrift- und Bildübertragung reservieren lassen.

Für die in der Region 2 befindlichen Amerikaner kann eine Erweiterung des Rundfunk-Mittelwellen-Bereiches bis auf 1705 kHz verbucht werden. Der Gebrauch dieses neuen Bereichs soll Gegenstand einer regionalen Konferenz noch vor 1985 sein. Übrigens ließ sich Australien mit einer ganzen Reihe Staaten der Region 3 dieses neue Anhängsel des Mittelwellen-Rundfunkbereiches auf sekundärer Basis in einer der vielen Fußnoten vormerken. Die Bänder der

Tabelle 1:

Kurzwellen-Amateurbänder nach der neuen VO Funk (Region 1)

1810...1850 kHz	–	primär	Bundesrep. u. 25 andere Länder in Region 1: 1830...1850 kHz
3500...3800 kHz	–	primär	geteilt mit anderen Funkdiensten
7000...7100 kHz	*	primär	exclusiv
10100...10150 kHz	*	sekundär	geteilt mit anderen Funkdiensten
14000...14350 kHz	teilw. *	primär	exclusiv
18068...18168 kHz	*	primär	exclusiv
21000...21450 kHz	*	primär	exclusiv
24890...24990 kHz	*	primär	exclusiv
28000...29700 kHz	*	primär	exclusiv

* Amateur-Satelliten zugelassen

Kurzwellen-Rundfunkbänder nach der neuen VO Funk (Region 1)

3950...4000 kHz	primär	geteilt mit anderen Funkdiensten
5950...6200 kHz	primär	exclusiv
7100...7300 kHz	primär	exclusiv
9500...9900 kHz	primär	Fußnote für festen Funkdienst
11650...12050 kHz	primär	Fußnote für festen Funkdienst
13600...13800 kHz	primär	Fußnote für festen Funkdienst
15100...15600 kHz	primär	Fußnote für festen Funkdienst
17550...17900 kHz	primär	Fußnote für festen Funkdienst
21450...21850 kHz	primär	Fußnote für festen Funkdienst
25670...26100 kHz	primär	exclusiv

sogenannten Grenzwelle (1606,5...1625 kHz, 1635...1800 kHz, 2045...2170 kHz) sind dem Seefunk jetzt auf primärer Basis allein zugewiesen, so daß eine bessere Frequenzplanung möglich wird. Der vorher in der Region 1 nur als Fußnote existierende Amateurfunkbereich 1810...1850 kHz ist nun primär dem Amateurfunkdienst unter zahlreichen Auflagen zugewiesen. In einer Fußnote ist festgelegt, daß die verwendete Leistung nicht höher als 10 W sein darf und einigen Fernmeldeverwaltungen die Möglichkeit offen steht, in den Bereichen 1715...1800 kHz und 1850 bis 2000 kHz einen 200 kHz breiten Bereich unter Beachtung des Schutzes anderer Funkdienste dem Amateurfunkdienst zuzuteilen, nachdem eine Absprache mit den Nachbarländern erfolgt ist. In der Region 2 ist der Bereich 1800...1850 kHz jetzt primär dem Amateurfunkdienst zugewiesen.

Das schon 1967 auf der Seefunk-Konferenz auf 2173,5...2190,5 kHz reduzierte Schutzband für die Anruf- und Notfrequenz 2182 kHz wurde in die VO Funk übernommen. In einer Fußnote sind die Frequenzen festgelegt, die bei der Suche nach bemannten Raumflugkörpern benutzt werden können: 2182 kHz, 3023 kHz, 5680 kHz, 8364 kHz, 121,5 MHz, 156,8 MHz und 243 MHz, ferner 6-kHz-Bereiche um 10 003 kHz, 14 993 kHz und 19 993 kHz. Für drahtlose Kleinleistungs-Hörhilfen (Low power wireless hearing aids), was immer man darunter versteht, werden die Fernmeldeverwaltungen aufgefordert, den Bereich 3155...3195 kHz zuzulassen (weltweit). Je nach örtlichen Verhältnissen kann auch der Bereich 3155...3400 kHz für diesen Zweck benutzt werden. Kenner vermuten, daß damit die in den USA verbreiteten drahtlosen Telefonapparate, die eine Reichweite bis zu einigen hundert Metern haben und auf diesen Frequenzen arbeiten, legalisiert worden sind. Das 80-m-Amateurband, welches sonst unverändert blieb, konnte in der Region 2 von 3500 kHz bis 3750 kHz exclusiv dem Amateurfunkdienst zugeteilt werden. In der Entschließung BN ist übrigens die Rolle des Amateurfunks bei Naturkatastrophen in Form einer Empfehlung festgelegt.

Der Kurzwellenbereich

Hier konnte der Rundfunkdienst erhebliche Gewinne verzeichnen. Obwohl der größte Teil der neuen Rundfunkfrequenzen noch von anderen Diensten belegt ist, so ist nach einer Umstellungsphase bis etwa 1990 (Artikel 13a) dem Rundfunk das Neuland sicher. Ein Gewinn von 780 kHz täuscht aber nicht darüber hinweg, daß die Zahl der „out-of-band-transmissions", der Rundfunksendungen außerhalb der zugewiesenen Bereiche, sicher nicht abnehmen wird. Auf dieses Problem angesprochen, erhielt man von den Sündern die Antwort, daß man ja auf den dem festen Funkdienst zugewiesenen Bereichen schließlich das Modulationssignal über die Sender geben könnte, welches einem beliebe („Programmzubringer"). Auch der im Ostblock stehende breitbandige Sender, der zu erheblichen Störungen im weltweiten Funkverkehr führte und von dem Fachleute vermuten, er gehöre zu einem Überhorizont-Radar, war kein Punkt der Tagesordnung.

Einer der Gewinner war der Amateurfunkdienst mit drei neuen Kurzwellenbändern, die allerdings erst nach Abzug der bisherigen Inhaber bereitstehen. Die *Tabelle 1* zeigt die Lage der Rundfunk- und Amateurbänder auf Kurzwelle nach der neuen VO Funk für die Region 1.

Die Bereiche über 30 MHz

Der bisher dem Rundfunkdienst zugewiesene Bereich 41...47 MHz fiel dem festen und beweglichen Funkdienst zu. Er war bisher nicht vom Rundfunk genutzt worden. Obwohl von verschiedenen Seiten eine totale Streichung des sogenannten Band I gefordert wurde, blieb dieses Weitversorgungsband dem (Fernseh-) Rundfunk erhalten. Die Frequenz 75 MHz ist jetzt weltweit mit einem Schutzband von ± 200 kHz der Flugfunk-Navigation zugewiesen. Durch eine Fußnote wird diese Frequenz noch einmal besonders geschützt, indem z. B. empfohlen wird, die Leistungen der frequenzbenachbarten Sender gering zu halten.

Einen nicht überall erwarteten Gewinn konnte der Rundfunkdienst verbuchen. Der UKW-Rundfunkbereich wurde um 8 MHz nach oben erweitert. Durch etliche Fußnoten wird geregelt, wann und unter welchen Bedingungen die jetzt dort noch beheimateten Funkdienste den Bereich 100...108 MHz räumen müssen. Zwischen 100 MHz und 104 MHz liegen die Fristen so günstig, daß schon in den nächsten Jahren damit begonnen werden kann, hier Rundfunk-Hörfunk-Sender zu betreiben. Durch eine Fußnote wird der Bereich 87,5...88 MHz in der Bundesrepublik und einigen europäischen Ländern auf zugelassener Basis dem beweglichen Landfunkdienst zugesprochen; es ist zu erwarten, daß von dieser Zuweisung bei uns Gebrauch gemacht werden wird, da ja das UKW-Rundfunkband

Tabelle 2:

Amateurfunk-Bänder über 30 MHz in der Region 1 nach der neuen VO Funk

144...146 MHz	*	primär	exclusiv
430...440 MHz	teilw. *	primär	geteilt mit anderen Funkdiensten in einigen Ländern nur 432...438 MHz 12 (!) Fußnoten
1240...1300 MHz	teilw. *	sekundär	10 Fußnoten
2300...2450 MHz	teilw. *	sekundär	2400...2500 MHz ist ISM-Band
3400...3450 MHz		sekundär	durch Fußnote für Bundesrepublik, Israel, Nigeria und Großbritannien
5650...5850 MHz	teilw. *	sekundär	5725...5875 MHz ist ISM-Band
10...10,5 GHz		sekundär	10,45...10,5 GHz für Amateur-Satelliten zugelassen
24...24,05 GHz	*	primär	24...24,25 GHz ist ISM-Band
24,05...24,25 GHz		sekundär	keine Satelliten
47...47,2 GHz	*	primär	keine Fußnoten, exclusiv
75,5...76 GHz	*	primär	keine Fußnoten, exclusiv
76...81 GHz	sek. *	sekundär	
119,98...120,02 GHz		sekundär	durch Fußnote
142...144 GHz	*	primär	keine Fußnoten, exclusiv
144...149 GHz	*	sekundär	
241...248 GHz	*	sekundär	244...246 GHz ist ISM-Band
248...250 GHz	*	primär	keine Fußnoten, exclusiv

* Amateur-Satelliten zugelassen

insgesamt erheblich breiter geworden ist.

Die internationale maritime Anruf- und Notfrequenz 156,8 MHz ist mit einem Schutzband von ± 25 kHz in die neue VO Funk aufgenommen worden.

Das Fernseh-Band III ist im Bereich 174...223 MHz jetzt exclusiv und primär dem Rundfunkdienst zugewiesen (Kanäle E 5 bis E 11); eine weitere Primärzuweisung reicht von 223...230 MHz (Kanal E 12), allerdings mit sekundären Zuweisungen für festen und beweglichen Funkdienst.

Eine neue Zuweisung mit primärem Status erhielt der Radio-Astronomie-Funkdienst von 322...328,6 MHz. Das 70-cm-Amateurband blieb im wesentlichen erhalten, lediglich ein ganzes Dutzend Fußnoten und die ISM-Zuweisung von 433,05...434,79 MHz in einer solchen trübte die Freude der Funkamateure.

In der Region 1 wuchs das Rundfunkband IV und V mittels Exklusivzuweisung auf 470...790 MHz. Von 790 MHz bis 960 MHz ist in Afrika Rundfunk auf primärer Basis zugewiesen. Gleichberechtigt auf primärer Basis ist in der Region 1 in diesem Bereich der bewegliche Funkdienst neu in die VO Funk aufgenommen worden. Durch diese Zuweisung ist die Grundlage eines eventuellen neuen CB-Funk-Bandes geschaffen. In der Region 2 teilte man das Band 902...928 MHz auf sekundärer Basis dem Amateurfunkdienst zu. Man wies seitens der USA die Vermutung zurück, daß hier für ehemalige CBer ein Amateurfunk-Einstiegs-Band geplant wäre. Die Zukunft wird es zeigen, was nun wirklich mit diesem neuen Amateurfunk-Band in den USA geschehen wird.

Welche Ergebnisse die WARC für den Rundfunk- und Amateurfunkdienst insgesamt über 30 MHz gebracht hat, geht aus *Tabelle 2* und *Tabelle 3* hervor.

Im GHz-Bereich gewannen die Rundfunk-Satelliten an Bedeutung. Ebenfalls waren deutliche Erweiterungen der Frequenzbereiche für Erderkundungssatelliten zu erkennen.
Erhebliche Gewinne für den Amateurfunkdienst auf kürzesten Wellen dürften in den kommenden Jahren Ansporn zur Erforschung dieser Bereiche für den Amateur sein.

Wie schon gesagt, waren die Entscheidungen der WARC nicht immer nur von technischen Gesichtspunkten bestimmt. Dennoch ist das Ergebnis sicher für alle beteiligten Funkdienste nicht unannehmbar ausgefallen. Zwar sind die getroffenen Zuweisungen von Frequenzbereichen Fakten, die für immerhin 20 Jahre gelten sollen, aber stets klang es auf der Konferenz an, daß sich die Entwicklungsländer nicht vor der Veranstaltung einer neuen Funkverwaltungskonferenz in der Zwischenzeit scheuten, wenn neue Gesichtspunkte die Planung der WARC 1979 als veraltet erscheinen ließen.

Wolf Peter Tangermann

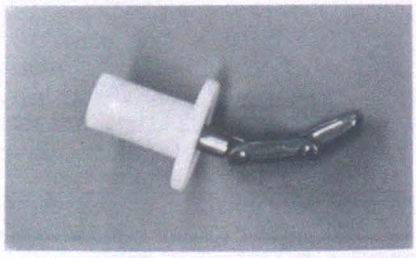
Tabelle 3:

Rundfunk-Bänder über 30 MHz in der Region 1 nach der neuen VO Funk

47...68 MHz	primär	Fußnoten für andere Funkdienste
87,5...108 MHz	primär	Fußnoten, u. a. beweglicher Landfunkdienst von 87,5...88 MHz in vielen Ländern einschl. Bundesrep.
174...223 MHz	primär	In der Bundesrep. und vielen europ. Ländern u. a. auch bewegl. Landfunkdienst durch Fußnote
223...230 MHz	primär	s. o.
470...790 MHz	primär	12 Fußnoten, z. T. zeitlich begrenzt
790...862 MHz	primär	geteilt mit festem Funkdienst
862...890 MHz	primär	nur Afrika ohne Nordafrika
890...942 MHz	primär	geteilt mit anderen Funkdiensten, nur Afrika ohne Nordafrika
942...960 MHz	primär	s. o., in Region 2 ist 902...928 MHz ISM-Band
2500...2655 MHz	primär	geteilt mit anderen Funkdiensten, festgelegte Leistungsflußdichten, für einen Rundfunk-Satelliten
2655...2690 MHz	primär	s. o.
11,7...12,5 GHz	primär	geteilt mit festem Funkdienst; für einen Rundfunk-Satelliten
40,5...42,5 GHz	primär	für einen Rundfunk-Satelliten
84...86 GHz	primär	geteilt mit anderen Funkdiensten

Was ist das?

So hat sich mancher gefragt, der das im *Bild* sichtbare Instrument zum ersten Mal gesehen hat. Der abgebildete Gegenstand wird in Laboratorien angewendet, in denen Geräte auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen geprüft werden. Es handelt sich um den in DIN 40 051 bzw. VDE 0470 festgelegten genormten beweglichen Prüffinger zur Prüfung der Berührungssicherheit elektrischer Geräte. In DIN 57 860 (VDE 0860) ist erläutert, daß der nicht z-förmig zu knickende Prüffinger einen metallischen Teil von 80 mm Länge und 12 mm Durchmesser zu haben hat, wobei auch das besonders geformte vordere Stahl-Fingerglied in seinen Maßen genau beschrieben ist. Zur Prüfung soll der Stahlfinger in jeder möglichen Stellung angesetzt und im Zweifelsfall mit einer maximalen Kraft von 50 N in die zu prüfende Öffnung gedrückt werden. Dieser Test wird an allen Außenflächen einschließlich des Bodens durchgeführt.



Die Gelenke sind so ausgebildet, daß ein z-förmiges Knicken nicht möglich ist (Foto: Ta.)

(Gesehen im Tensai-Labor, Basel)

Berichtigung

Berechnung korrigierter aktiver Frequenzweichen

FUNKSCHAU 1980, Heft 1, Seite 82

Auf Seite 86 muß der vorletzte Absatz in der linken Spalte richtig heißen:

Die Widerstände R* sollten bei identischen Verstärkereigenschaften untereinander gleich sein – Größenordnung 100 kΩ.

Kein neues FAG in Sicht

Interview mit dem Bundespostminister

Das FAG, sprich Fernmeldeanlagengesetz, ist Grundlage für die Zuständigkeit der Deutschen Bundespost im Nachrichtenwesen. Von der Post selbst als „flexibel" bezeichnet, führt es in manchen Grenzfällen zu Auslegungsproblemen, über die wir uns im Bundespostministerium informierten.

„Legales" Abhören

□ *Für wie wirksam hält die Deutsche Bundespost Gesetze und Verordnungen, deren Einhaltung mit vertretbarem Aufwand nicht überwacht werden kann? Auch mit Rundfunkempfängern, die ein FTZ-Prüfzeichen tragen, ist es gelegentlich möglich, nichtöffentliche und öffentliche Funkdienste, wie etwa über Küstenfunkstellen vermittelte Ferngespräche, abzuhören. Wäre eine Verschlüsselung solcher Dienste nicht wirksamer als ein verbales Abhörverbot?*

Öffentliche und nichtöffentliche Funkdienste, die in Frequenzbereichen senden, die mit zugelassenen Rundfunkempfängern einstellbar sind, arbeiten in der Regel mit einer Sendetechnik bzw. gehen auf Sendetechniken über, bei denen die Aufnahme der Nachrichteninhalte durch zuverlässige Rundfunkempfänger deutlich erschwert bzw. unmöglich ist[1]).

Durch diese Tatsache ist die von Ihnen geschilderte Möglichkeit eines Abhörens solcher Funkdienste als Ausnahmefall zu betrachten, deren Überwachung zu keinem unverhältnismäßigen Aufwand führt.

Telefon-Ankopplung

□ *Die akustische Ankopplung privater Datenübertragungsgeräte an einen Fernsprechanschluß ist in der Bundesrepublik nur mit FTZ-Zulassung erlaubt. Hier stellt sich die Frage, warum diese Einschränkung besteht, da man die erzeugten Töne ja auch durch Pfeifen erzeugen kann. Rätselhaft ist auch, warum nur auf einer Seite der Übertragung ein akustisch gekoppeltes Modem verwendet werden darf.*

Bei einer Übertragung von Daten über ein akustisch gekoppeltes Modem soll die Gegenstelle an ein galvanisch angeschlossenes Modem angeschaltet sein, um eine fehlerfreie, qualitativ zufriedenstellende Übertragung zu gewährleisten. Die technische Notwendigkeit leuchtet leicht ein, wenn man sich die Übertragung in ihren verschiedenen Phasen vor Augen hält.

In dem transportablen Endgerät mit akustisch ankoppelbarem Modem wird ein digitales Signal erzeugt, das in ein akustisches Signal umgesetzt wird. Das akustische Signal wird im Handapparat des Telefonapparates in ein elektrisches umgewandelt. Erst dieses Signal gelangt auf die Übertragungsstrecke und wird beim Empfänger im galvanisch angeschalteten Modem direkt in das digitale Signal umgesetzt. Jede Wandlung eines Signals verschlechtert seine Erkennbarkeit, und jede eingesparte Wandlung erhöht also die Fehlersicherheit und die Qualität. Die problematische dreifache Wandlung von elektrischen Signalen in akustische und wieder in elektrische ist auch der Grund dafür, daß akustische Ankopplung nur für relativ niedrige Übertragungsgeschwindigkeiten zu brauchbaren Ergebnissen führt. Uns sind keine Anwendungen bekannt, deren Realisierung an der Notwendigkeit gescheitert ist, daß bei der Verwendung von akustischer Ankopplung von Modems für die Datenübertragung die Gegenstelle, in der Regel der Rechner, galvanisch angeschaltet werden muß.

Zu den Aufgaben der Deutschen Bundespost gehört auch die Überwachung des Funkverkehrs im Weltraum. Dafür hat die Funkkontrollmeßstelle Darmstadt in Leeheim Spezialempfänger mit entsprechenden Antennen aufgestellt

[1]) Anm. d. Red.: Solche Funkdienste arbeiten meist entweder in Einseitenbandmodulation, wofür FTZ-zugelassene Empfänger zu haben sind, oder in Funkfernschreiben, wofür der Anschluß von Zusatzgeräten an FTZ-Empfänger nicht strafbar ist.

CB-Problem

□ *Die Genehmigung für CB-Feststationen enthält die Klausel, daß Feststationen nur mit beweglichen Gegenstationen, nicht aber untereinander in Verbindung treten dürfen. Wäre es nicht ehrlicher, diese Klausel entfallen zu lassen, als ihre Übertretung stillschweigend in Kauf nehmen zu müssen, weil sie sich nicht überwachen läßt?*

Der CB-Funk ist eine der Möglichkeiten des beweglichen Landfunks. Da die Anzahl verfügbarer Frequenzen begrenzt ist, können diese nur dann ökonomisch genutzt werden, wenn sie für Verbindungen zwischen beweglichen Betriebsstellen untereinander oder zwischen einer ortsfesten und beweglichen Betriebsstellen vorbehalten bleiben. Es ist ehrlicher, dies dem Benutzer einer CB-Feststation auch zu sagen.

Im übrigen wird die Übertretung dieser „Klausel" – wie Sie diese im Interesse der Mehrheit der CB-Funker aufgestellte Vorschrift nennen – von der Deutschen Bundespost nicht stillschweigend in Kauf genommen. Nachgewiesene Verletzungen der Genehmigungsauflagen werden unter Anwendung gesetzlicher Mittel angemessen verfolgt[2]).

Daß eine Total-Überwachung nicht möglich und auch gar nicht wünschenswert ist, läßt doch nicht den Schluß zu, die entsprechende Vorschrift fallenzulassen.

Hören von Auslandssendern illegal?

□ *Wie läßt es sich mit der im Grundgesetz garantierten Informationsfreiheit vereinbaren, daß in Deutschland der*

[2]) Soweit der Redaktion bekannt ist, wird die Post in solchen Fällen nicht selbst aktiv, sondern wartet, bis ein CB-Funker den anderen „denunziert".

Gscheidle: „Mein Ministerium ist unschuldig"

Daß wir unsere Fragen dem Bundespostminister Kurt Gscheidle nicht direkt in einem Gespräch vorlegen konnten, versteht sich bei der komplizierten Materie von selbst; wir reichten sie schriftlich ein und bekamen dann in gleicher Form die Antworten, bei der sich die zuständigen Referenten häufig auch der juristischen Beratung des Ministeriums an Bonns Adenauer-Allee versicherten.

Mitte Januar kam es dann zu einem abschließenden, längeren Gespräch unseres Chefredakteurs, Prof. Karl Tetzner, mit dem Minister in Gegenwart seiner Pressereferentin, Frau Ihlefeld-Bolesch, und seines persönlichen Referenten. Bei dieser guten Gelegenheit befragten wir den Minister noch zu allerlei aktuellen Problemen. U. a. kam die Mithilfe der Bundespost bei den zahlreichen polizeilichen Ermittlungen gegen jene zur Sprache, die sich einen Empfänger mit nicht zugelassenen Frequenzbereichen gekauft hatten, was zum Teil zu peinlichen Verfahren führte. Wir hatten seinerzeit ausführlich berichtet.

Postminister Kurt Gscheidle vertrat die Meinung, daß sein Ministerium völlig unschuldig ist. Ermittlungen sind ausschließlich Sache der Staatsanwälte und damit der Polizei – aber: „Die Bundespost ist auf Ersuchen der Staatsanwälte zur Amtshilfe verpflichtet..."

Zu den angeblichen Monopolbestrebungen der Bundespost etwa bei der Verkabelung der Städte meinte Kurt Gscheidle, daß die Post das alleinige, gesetzlich verbriefte Recht habe, beispielsweise die Netze für Kabelfernsehanlagen (über öffentlichen Grund) zu verlegen; das wäre aber keine Mußverpflichtung, es stehe vielmehr im Belieben der Post, dieses Recht auch an private Unternehmer zu delegieren. Daß die Post derlei Kabelnetze stets nur bis zum Grundstücks-Übergabepunkt verlegt, ist klar; alles weitere obliegt dem örtlichen Handwerk.

Wir wollten wissen, ob die Post bei ihrer strengen Reglementierungstätigkeit nicht oft des Guten zuviel tut. Keinesfalls, sagte der Minister. Man müsse doch verstehen, daß die geografische Lage der Bundesrepublik mit ihren langen Grenzen zu den Nachbarn und die dichte Besetzung mit Funkanlagen aller Art zur genauen Einhaltung der einschlägigen Bestimmungen geradezu zwingt. Inselländer wie Großbritannien und Japan hätten es in dieser Hinsicht viel leichter.

So fröhlich lachen kann Kurt Gscheidle selten, denn die Verantwortung für zwei so große Bundesministerien wie das für das Post- und Fernmeldewesen und für Verkehr ist eigentlich mehr, als ein Mann bewältigen kann. Gscheidle ist der gleichen Meinung, er sagte uns, daß er sich mehr als einmal „wie der Reiter über dem Bodensee" vorkäme...

Ein anderer Diskussionspunkt war der künftige bundesdeutsche Direktempfangssatellit TV-Sat D. Ob die vereinbarte gemeinsame technische Zusammenarbeit auf diesem Gebiet mit der französischen Regierung nicht doch zu einer Verzögerung bei der Durchführung beitragen würde? Der ursprüngliche Zeitplan sah bekanntlich den Start des ersten TV-Sat D Anfang 1983 vor, wobei zunächst als Voraussetzung galt, daß die Bundesregierung Grünes Licht für Entwicklung und Bau Mitte 1979 hätte geben sollen (Programmplanung siehe Heft 19/79, S. 1093, Bild 1). Der Minister versicherte, daß keinerlei Verzögerungen eintreten werden; seiner Meinung nach ist der Start zu Beginn des Jahres 1983 mit der Schubrakete „Ariane" gesichert[1]).

Wer finanziert diesen ersten deutschen Direktempfangssatelliten? Es handele sich, so Minister Gscheidle, um einen Versuchssatelliten für die präoperative Phase, dafür ist eindeutig das Bundesministerium für Forschung und Technologie zuständig. Und der zweite und alle weiteren TV-Sat D? Das ist Sache der Bundespost, die sie technisch betreiben wird; die Kanäle würden dann vermietet werden.

Abschließend kam das Gespräch auf den Einfluß der Personalvertretungen innerhalb des Postministeriums und der Gewerkschaften ganz allgemein. Klares Eingeständnis des Ministers: Ohne die Gewerkschaften geht nichts; im entscheidend wichtigen Postverwaltungsrat stellen die Gewerkschaften den stellvertretenden Vorsitzenden.

[1]) Diese Äußerung steht im Widerspruch zu Mitteilungen aus Kreisen der Rundfunkanstalten, die mit einer Startverzögerung von einem Jahr rechnen.

Empfang von Frequenzbereichen untersagt ist, in denen andere Länder Hörfunksender betreiben, z.B. UKW-Sender in der CSSR und in der UdSSR?

In den Ostblockländern (ausgenommen in der DDR) werden aufgrund einer Ausnahmeregelung bestimmte Frequenzbereiche für Hör- und Fernsehrundfunk genutzt, die nach Artikel 5 der Vollzugsordnung für den Funkdienst bzw. nach dem Genfer Abkommen 1960 international – so auch in der Bundesrepublik Deutschland – anderen Funkdiensten zugewiesen sind.

Die DBP vermag keine unzulässige Beschränkung der Informationsfreiheit darin zu sehen, wenn Empfänger nicht mit Frequenzbereichen ausgestattet werden, in denen der Empfang der Aussendungen von ausländischen Sendern praktisch nicht möglich ist und in denen darüber hinaus in der Bundesrepublik Nichtrundfunkdienste arbeiten.

Was nicht sein darf...

□ *Für welche Übertragungsmedien kann die Bundespost heute technisch noch das Fernmeldegeheimnis garantieren?*

Es ist davon auszugehen, daß mit dieser Frage der Schutz gegen illegales Abhören angesprochen wird. Die technischen Möglichkeiten des illegalen Abhörens sind sicher sehr vielfältig geworden. Der Gesetzgeber hat jedoch diese Delikte unter empfindliche Strafen gestellt, und die Gerichte verfolgen diese Verstöße als kriminelles Unrecht (§ 15 FAG, § 201 StGB). Das sind die Mittel eines demokratischen Rechtsstaates. Für den Funkfernsprechverkehr gibt die DBP den Teilnehmern darüber hinaus den Hinweis, daß die Gespräche gegen kriminelles Abhören mittels Spezialempfänger nicht abgesichert sind.

□ *Ist die Benutzung von Sprachverschlüsselungs-Geräten im öffentlichen Fernmeldenetz (auch im Autotelefon) zulässig?*

Sprachverschlüsselungsgeräte, genauer gesagt Sprachverschleierungsgeräte, sind zulässig und werden, wenn sie den technischen Bedingungen (FTZ-Richtlinie 18 R 21, Bedingungen für Sprachverschlüsselungsgeräte) genügen, als private Zusatzeinrichtung zugelassen.

Das gilt auch für den Funkfernsprechdienst. Es können dafür Geräte verwendet werden, die von der Deutschen Bundespost als Zusatzeinrichtungen zu dem jeweiligen Funkgerät zugelassen sind.

Phone Patch: „Bisher keine Anträge"

□ *In den USA hat sich die „Phone Patch" genannte Einrichtung gut bewährt, mit der Funkamateure, etwa im Falle eines Notrufes, über ihre UKW-Relaisfunkstellen eine Verbindung in das öffentliche Telefonnetz herstellen. Warum ist das in der Bundesrepublik verboten?*

Anfragen oder Anträge auf Zulassung der „Phone Patch" genannten Einrichtungen (Überleiteinrichtungen in das öffentliche Fernsprechnetz) sind der Deutschen Bundespost bisher nicht zugegangen.

In Übereinstimmung mit der VO Funk (Kapitel I, Artikel 1, Nr. 78) wird der Begriff Funkamateur im Gesetz über den Amateurfunk (§ 1 [2]) wie folgt definiert:

„Funkamateur ist, wer sich lediglich aus persönlicher Neigung und nicht in Verfolgung anderer, z. B. wirtschaftlicher oder politischer, Zwecke mit Funktechnik und Funkbetrieb befaßt."

Eine Überleitung der Gespräche des Amateurfunkdienstes in Fernmeldenetze würde dem Gedanken des Amateurfunkdienstes entgegenstehen. Das Verbot für derartige Verbindungen ist in der Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über den Amateurfunk (§ 8 Abs. 3) verankert.

Notrufe können an andere Amateurfunkstationen weitergeleitet werden, die das Erforderliche veranlassen können, z. B. Weitergabe des Gesprächsinhaltes über das öffentliche Fernsprechnetz.

Briefe per Telefon

□ *Ein funktionsfähiges Versuchsmodell für die elektronische Briefübermittlung über das öffentliche Fernmeldenetz wurde von der Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) entwickelt. Plant die Deutsche Bundespost die Einführung eines solchen Dienstes – und wenn ja: wann?*

Es ist bekannt, daß u. a. die Firma SEL an dem Problem der elektronischen Briefübermittlung arbeitet. Die technische Realisierung ist das geringere Problem, die eigentliche Frage ist vielmehr die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. Interessant könnte die elektronische Briefübermittlung dort werden, wo erhebliche Zeitgewinne zu erzielen sind, so daß die Kosten für den Kunden in ihrer Bedeutung hinter den Vorteilen des elektronischen Briefes zurücktreten, – beispielsweise im Überseeverkehr. Um eine erste Antwort auf diese Frage zu erhalten, wird die DBP in Kürze die elektronische Briefübermittlung als Betriebsversuch mit den USA aufnehmen.

Die Deutsche Bundespost betreibt zahlreiche Hochleistungs-Fernsehsender im UHF-Bereich. Hier der Wechsel des Klystrons im UHF-Sender Högl bei Bad Reichenhall (40 kW, Kanal 42). Im Bild: Abbau der Resonatoren

Glasfasern im Vormarsch

□ *Welche Vorstellungen bestehen bei der Bundespost hinsichtlich der Einführung der Glasfasertechnologie? Wird diese Technik forciert, oder ist an ein eher langsames Vorgehen gedacht? Uns sind u. a. die Versuchsstrecken der DBP in Berlin und die Betriebsstrecke im Bereich Frankfurt/Main bekannt.*

Die Glasfaser ist mit Sicherheit das Übertragungsmedium der Zukunft. Die schnelle Einführung dieser neuen Technologie hängt nicht zuletzt vom Ergebnis der zitierten Betriebsversuche ab und der Weiterentwicklung dieser Technologie zur Serienreife. Die DBP ist sehr daran interessiert, die technische und ökonomische Verwendbarkeit der Glasfaser möglichst bald zu erreichen. Deshalb werden die Versuche mit der Glasfaser mit Nachruck fortgesetzt.

Eurosignal kostendeckend?

□ *Wann wird der Eurosignaldienst kostendeckend arbeiten – und wie viele Teilnehmer zählt er gegenwärtig?*

Der Europäische Funkrufdienst (EFuRD) entwickelt sich erfreulich positiv, z. Z. gibt es schon mehr als 20 000 Teilnehmer, so daß man heute bestätigen kann: Die Unternehmensentscheidung, diesen Dienst einzuführen, war richtig.

Bildschirmtext

□ *Die Bundespost forciert den Bildschirmtext-Dienst (BT) und dürfte sicherlich alle seine Möglichkeiten ausschöpfen. Ist dabei auch an den Betrieb von transportablen BT-Endgeräten gedacht, die etwa ein Außendienstmitarbeiter einer großen Versicherung zum Kunden mitnimmt und mit deren Hilfe er sich an die Datenbank seines Hauses zwecks Einholen von Auskünften anschließt? Dabei taucht die Frage nach einem transportablen Postmodem auf. Gibt es in dieser Hinsicht Überlegungen?*[3])

Bildschirmtext bedeutet im Kundenbereich die Kombination des Fernsprechers mit dem Fernsehgerät. Über Fernsprechen wird die Verbindung zur Bildschirmtextzentrale aufgebaut und z. B. Informationsinhalte abgerufen, die auf dem Fernsehgerät ausgegeben werden. Die DBP geht davon aus, daß das Bilschirmtextmodem aufgrund der Fortschritte in der Technologie und der großen Stückzahl als preiswerte „Unterputzdose" installiert werden kann. Transportable BT-Endgeräte mit eingebautem Modem und akustischer Ankopplung an das Telefon sind zumindest konzeptionell vorgesehen. Ob und in welchem Umfang sie tatsächlich eingesetzt werden, hängt von den Wünschen der Kunden ab.

□ *Welche Summen muß die Deutsche Bundespost für die Feldversuche mit Bildschirmtext in Düsseldorf-Neuss und Berlin investieren?*

Für die Versuche mit Bildschirmtext wird die DBP insgesamt 25 Mio. DM aufwenden.

□ *Die Bundespost betätigt sich auch privatwirtschaftlich durch das Vermieten von Endgeräten – siehe Telekopierer. Könnte der Fall eintreten, daß die Bundespost eines Tages auch Farbfernsehgeräte mit Bildschirmtext-Decodern vermietet und dann auch deren Service übernimmt? Könnte ähnliches beim Aufbau des Kabelfernsehens geschehen, wenn hier Fernsehempfänger zur Aufnahme der Sonderkanäle benötigt werden?*

Die DBP beabsichtigt nicht, Fernsehgeräte anzubieten, weder für Bildschirmtext noch für Breitbanddienste.

FTZ-Nummer für Taschenlampen?

□ *Nicht ganz ohne Ironie veröffentlichte die FUNKSCHAU in Heft 11/1979, Seite 53, aus dem Amtsblatt des BPM vom 5. 4. 1979 die „Allgemeine Genehmigung für das Errichten und den Betrieb von Infrarot-Funkanlagen für Zwecke der Unterhaltungselektronik". Wie erklärt die Bundespost in diesem Fall ihr Fernmelde-Monopol? Wie interpretiert sie z. B. die Nachrichtenübertragung per Infrarot oder Ultraschall – oder auch beispielsweise das Blinken einer Taschenlampe zwecks Nachrichtenübertragung mit Morsezeichen?*

Die Definition einer Funkanlage ist im § 1 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen vorgegeben. Die von Ihnen genannten Infrarotanlagen erfüllen die vom Gesetzgeber vorgegebenen Merkmale einer Funkanlage, die angesprochene „Allgemeine Genehmigung" ist deshalb notwendig und sachgemäß[4]).

Eine einfache Taschenlampe ist hingegen keine Fernmeldeanlage. Von ihrer Zweckbestimmung her ist sie auch nicht zur Nachrichtenübertragung bestimmt.

Hochhaus-Abschattungen

□ *Wer ist nach Auffassung der Deutschen Bundespost verantwortlich zu machen für die Beseitigung von Empfangsbeeinträchtigungen durch Hochhäuser?*

Die DBP geht davon aus, daß in der Regel, entsprechend dem Verursacherprinzip, derjenige, der die Störung verursacht, für die Wiederherstellung des bisherigen Zustandes Sorge tragen muß. Bei einem Ausbau des entsprechenden Gebietes mit einem Breitbandkabelnetz erwartet die DBP deshalb eine Kostenbeteiligung durch den Verursacher.

Telefon-Gewinne

□ *Der öffentliche Fernmeldedienst ist offensichtlich die Haupteinnahmequelle der Bundespost. Ist zu erwarten, daß diese Gebühren weiter gesenkt werden und die übrigen Postdienste kostendeckend kalkuliert werden?*

Grundsätzlich strebt die DBP für jeden Dienst Kostendeckung an; doch ist dies – insbesondere im Postwesen – kurzfristig nicht voll erreichbar. Die Bundespost bemüht sich deshalb, den Kostendeckungsgrad des Postwesens zumindest nicht weiter abgleiten zu lassen.

Im Fernmeldewesen, das z. Z. durch eine Hochkonjunktur des Fernsprechdienstes gekennzeichnet ist, hat der Postverwaltungsrat im Herbst letzten Jahres weitere Gebührensenkungen genehmigt.

FAG: „In die Zukunft weisend und flexibel"

□ *Viele der vorstehenden Fragen berühren das Fernmeldeanlagen-Gesetz. Ist an dessen Neufassung gedacht – wenn ja: Welche Änderungen sind zu erwarten?*

Viele der Fragen berührten das FAG, aber aus den Antworten ist klar zu entnehmen, daß das FAG ein Gesetz ist, das auch Grundlage für ein in die Zukunft weisendes Fernmeldewesen ist. Es ermöglicht, neuen technischen Entwicklungen flexibel Rechnung zu tragen.

---

[3]) Da akustisch angekoppelte Modems nur bis 300 bit/s zugelassen werden, sind für den mit 1200 bit/s arbeitenden Bildschirmtext-Dienst grundsätzlich galvanisch gekoppelte Modems nötig. Die Post müßte daher an den Fernsprechapparaten eine entsprechende Anschlußmöglichkeit vorsehen. Eine Alternative wäre die Einrichtung einer 300-Bd-Schnittstelle am Bildschirmtext-Computer.

[4]) Sind Verkehrsmittel wie Kraftfahrzeuge und Straßenbahnen auch Funkanlagen? Jedenfalls hat die Post mit ihrem Amtsblatt Nr. 114/1979 auch deren Elektrik genehmigt...

Hanns-Peter Siebert

Magnavision

Das erste marktfähige Videoplattensystem

1. Teil

Während es in Europa um die zahlreichen, in den letzten zehn Jahren diskutierten Videoplattensysteme zeitweilig recht still wurde, wurden zunächst in zwei US-Städten – in Atlanta und in Seattle – so viele Videoplattenspieler verkauft, wie der Hersteller liefern konnte. Zu diesen Geräten passend hat der Käufer die Auswahl unter mehr als 200 Videoplattentiteln – vom einfachen Kochkursus bis zum zweistündigen, neuesten Spielfilm oder bis zur klassischen Theateraufführung.

Eine gute Kombination

Hersteller der auf den Testmärkten Atlanta und Seattle seit Ende 1978 beziehungsweise seit Anfang 1979 unter der Markenbezeichnung „Magnavision" vertriebenen Videoplattenspieler (*Bild 1*) ist die Magnavox Consumer Electronics Company, eine Tochter der North American Philips Company; die dazu passenden Videoplatten liefert die MCA Discovision Inc., eine Tochter des US-Konzerns MCA. Wie man hört, gingen die von wenigen Vertragshändlern angebotenen Geräte zunächst „weg wie heiße Semmeln"; sogar eine Art „grauer Markt" sollte anfangs entstanden sein, auf dem gewitzte Privatleute ihre rechtzeitig vorbestellten Magnavision-Videoplattenspieler zu überhöhten Preisen weiterverkauften. Ab September 1979 ließ dann die Begeisterung etwas nach.

Der damit im ersten Anlauf anscheinend recht gut geglückte Start des Magnavision/Discovision-Projektes dürfte zu einem erheblichen Teil auf die bereits seit 1972 praktizierte Zusammenarbeit zwischen Philips und MCA zurückzuführen sein. Beide Firmen hatten seinerzeit einander ähnliche VLP-Systeme (VLP = Video-Langspielplatte) in der Entwicklung, über deren technische Angleichung man sich dann wohl rechtzeitig einigen konnte. Für die Einführung des Systems aber war diese Zusammenarbeit von erheblicher Bedeutung: Hierbei nämlich kommt es nicht allein auf eine ausgereifte Technik, sondern auch auf eine möglichst große, zum Kauf anreizende Auswahl von geeigneten Videoplattentiteln an. Hier aber liegt die Stärke der MCA; denn als Mutter der Filmfirma Universal Pictures verfügt sie über einen sehr großen Bestand an älteren und neuen 35-mm-Spielfilmen – und damit über ein kaum zu erschöpfendes Reservoir an Video-Langspielplattentiteln.

Technisch gesehen ist das Magnavision-System eine Weiterentwicklung der seinerzeit in der FUNKSCHAU bereits ausführlich beschriebenen VLP-Technik von Philips [1, 2], auf deren Grundlagen hier deshalb nur kurz eingegangen zu werden braucht. Bei den folgenden Ausführungen ist außerdem zu berücksichtigen, daß sie sich ausschließlich auf die bisher als einzige wirklich auf dem Unterhaltungsmarkt befindliche NTSC-Version beziehen.

Aufzeichnungsformate

Der Magnavision-Videoplattenspieler, wie er in Bild 1 gezeigt ist, gestattet bei Anschluß eines normalen Farbfernsehempfängers über dessen Antennenbuchse die Wiedergabe von auf Discovision-Videoplatten aufgezeichneten Farbfernsehprogrammen nach NTSC-Norm, wobei dann wahlweise – sofern die Platte entsprechend bespielt ist – einer von zwei Tonkanälen übertragen wird. Über besondere Nf-Ausgänge lassen sich aber auch beide Nf-Kanäle getrennt entnehmen und beispielsweise zur Stereowiedergabe über eine zusätzliche Hi-Fi-Anlage verwenden.

Im Gegensatz zu üblichen Schallplatten werden die verwendeten Videoplatten, die einen Durchmesser von 30 cm aufweisen, von innen nach außen abgetastet. Als eigentlicher Informationsträger dient eine lichtreflektierende Schicht, die beidseitig mit durchsichti-

Bild 1. Magnavision-Videoplattenspieler zur Wiedergabe von Standardplatten mit 2 x 30 Minuten und von Langspielplatten mit 2 x 60 Minuten Spielzeit. Im Vordergrund der zur Abtastung verwendete 1,2-mW-HeNe-Gaslaser mit Halterung (Werkfoto Magnavox)

gem Kunststoff überzogen und so gegen Verschmutzung und mechanische Beschädigung geschützt ist. Zur Abtastung wird ein feines, entsprechend geführtes Laserbündel verwendet, welches auf die informationstragende Schicht automatisch fokussiert ist. Prinzipiell hat man zwei verschiedene Discovision-Videoplattentypen zu unterscheiden; der Magnavision-Videoplattenspieler läßt sich mit Hilfe eines Schalters für das Abspielen beider Plattentypen verwenden.

Bild 2 zeigt die Spuraufteilung bei einer sogenannten Standardplatte. Die eigentlichen Bild- und Tonsignale sind in den beiden breiten, rechts und links zu erkennenden Plattensektoren gespeichert, während die beiden schmalen, oben und unten gezeichneten Sektoren die Bildsynchron- und zusätzliche Signale enthalten.

Wie in *Bild 3* skizziert ist, sind auch bei einer Videoplatte – ähnlich wie bei einer normalen Schallplatte – die Informationen spiralig aufgezeichnet. Allerdings ist hier die Steigung der Spirale mit 1,6 µm je Umdrehung sehr gering, und die Spur besteht auch nicht aus einer durchgehenden Rille, sondern aus einer Folge länglicher, „Pits" genannter Vertiefungen. Länge und Abstand dieser Pits sind unterschiedlich, und gerade in diesen Unterschieden sind die eigentlichen Informationen codiert. Im Hinblick auf Einzelheiten über diese recht komplizierte Codierung sei auf die ausführliche Beschreibung in [2] verwiesen.

Das Abspielen einer Standardplatte erfolgt mit konstanter Geschwindigkeit von 1800 U/min. Jedesmal, wenn der Laserfokus einen der breiten Plattensektoren überstreicht, tastet er sämtliche Farbbild-, Zeilensynchron- und Toninformationen für ein komplettes Halbbild ab. Somit entspricht jede Plattenumdrehung der Abtastung eines Vollbildes mit sämtlichen erforderlichen Zusatzsignalen. Welches Bild einer längeren Bildfolge oder eines ganzen Programms gerade abgetastet wird, hängt ausschließlich vom radialen Abstand des Laserfokus vom Plattenmittelpunkt ab. Das Laserbündel muß deshalb sehr exakt gesteuert und – da die Breite der Pits nur 0,4 µm beträgt – bei der geringsten Abweichung nachgeregelt werden.

In den beiden schmalen Sektoren einer Standardplatte, welche informationsmäßig den Bildaustastlücken entsprechen, sind nicht nur die Bildsynchroninformationen, sondern auch noch zusätzliche Codierungen untergebracht. So enthält beispielsweise die (auf dem Bildschirm nicht sichtbare) Zeile 17 einen Code für die Kennzahl des folgenden Bildes oder – je nach Programmart – für die abgelaufene Spielzeit; dieser Code wird in Zeile 18 für den Fall wiederholt, daß die Information aus Zeile 17 irgendwie gestört ist. In Zeile 280 dagegen ist eine „Kapitel-Kennzahl" gespeichert, die in Zeile 281 ebenfalls wiederholt wird. Bild- und Kapitel-Kennzahlen gestatten bei entsprechender Betriebsart des Videoplattenspielers den wahlfreien Zugriff zu beliebigen Einzelbildern oder Bildfolgen – eine Eigenschaft, die etwa bei Lernprogrammen, Video-„Kunstsammlungen" u.ä. von Bedeutung ist. Spezialvariationen dieser Codes ermöglichen auch automatischen Wiedergabestop, Rückkehr zu normaler Wiedergabe und andere automatische Steuerungen.

In Zeile 20 der Bildaustastlücke ist außerdem ein Vertikalintervall-Testsignal (VITS), in Zeile 283 ein Internationales Testsignal (ITS) und in den Zeilen 19 und 282 ein Vertikalintervall-Referenzsignal (VIRS) untergebracht. Diese Signale sind für den normalen Videoplattenspielerbetrieb ohne Bedeutung; sie ermöglichen jedoch dem Plattenhersteller die Durchführung von Rausch- und Intermodulationsmessungen.

Jede Plattenseite kann bis zu 54 000 Vollbilder speichern, was bei der für die NTSC-Norm gültigen Bildwechelfrequenz von 30 Hz einer Spieldauer von 30 Minuten für bewegte Szenen – also für normale Programme – entspricht. Beide Plattenseiten zusammen ergeben also eine Spieldauer von 1 Stunde. Da bei der Standardplatte jede Umdrehung einem Vollbild entspricht, ist bei entsprechender Steuerung des Laserbündels in verhältnismäßig einfacher Weise Einzelbildbetrachtung oder die Wiedergabe bestimmter Bildfolgen möglich; die Steuerung des Laserbündels muß dabei so erfolgen, daß der Laserfokus die zu diesem Bild oder zu dieser Bildfolge gehörende Spur immer wieder von neuem abtastet. Bei zweimaliger Abtastung jeder Bildspur oder

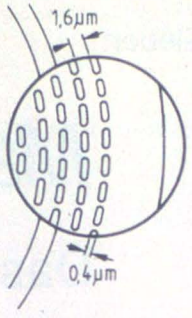


Bild 3. Die Farbbild- und Toninformationen (zwei Tonkanäle) sind auf der lichtreflektierenden Schicht einer Discovision-Videoplatte in Form spiralig angeordneter, länglicher Vertiefungen (Pits) gespeichert. Länge und Abstand der nur etwa 0,4 µm breiten Pits bestimmen den Informationsgehalt

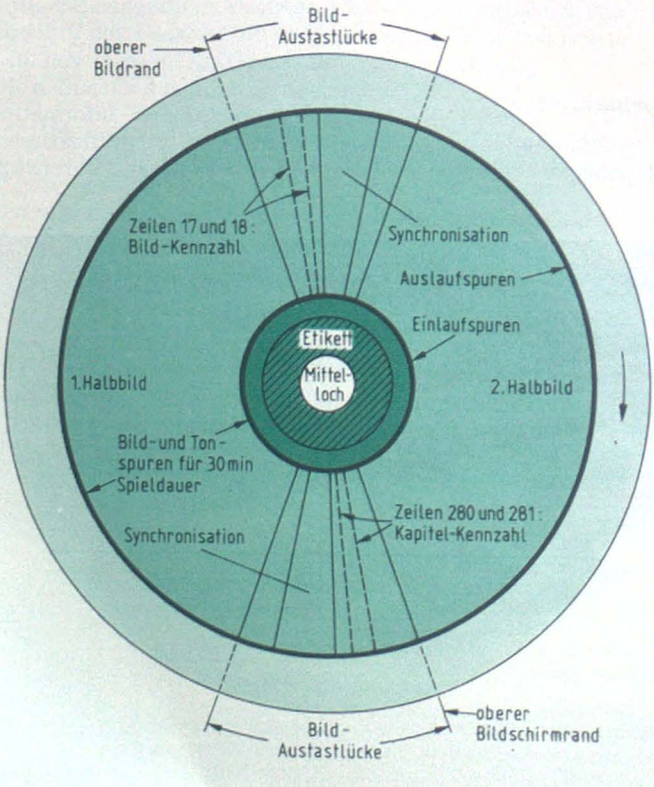


Bild 2. Aufteilung der Signalspuren auf einer Discovision-Standardplatte. Dieser Plattentyp wird mit konstanter Drehzahl abgetastet (1800 U/min). Er liefert pro Plattenumdrehung ein komplettes Vollbild und gestattet die Wiedergabe von normalen Fernsehprogrammen bis zu 30 Minuten Dauer je Plattenseite – also von 1 Stunde Spielzeit für beide Plattenseiten. Außerdem ist mit diesem Plattentyp die Betrachtung mit erhöhter und verringerter Wiedergabegeschwindigkeit, mit umgekehrtem Zeitablauf sowie von Einzelbildern möglich

durch Überspringen jeder zweiten Bildspur läßt sich die Wiedergabegeschwindigkeit um den Faktor 2 verlangsamen oder verdoppeln: Man hat dann einen Zeitlupen- oder einen Zeitraffereffekt. Eine weitere Betriebsart des Magnavision-Videoplattenspielers gestattet bei Standardplatten auch die Betrachtung eines Bewegungsvorgangs in zeitlich umgekehrter Reihenfolge.

Alle diese Spezialbetriebsarten sind bei dem anderen Discovision-Videoplattentyp, der Langspielplatte, nicht möglich. Normale Fernsehprogramme können aber dafür auf ihr mit einer Spieldauer bis zu 60 Minuten pro Plattenseite – insgesamt für beide Plattenseiten also bis zu 2 Stunden – gespeichert werden. Wie *Bild 4* zeigt, lassen sich bei der Spurverteilung auf einer solchen Langspielplatte keine Halbbild- und Austastlückensektoren mehr unterscheiden. Für jedes Halbbild hat die entsprechende Spur hier die gleiche Länge, so daß die Plattendrehzahl beim Abspielen, um konstante Wiedergabegeschwindigkeit zu erhalten, bei diesem Plattentyp von innen nach außen abnehmen muß – eine Aufgabe, welche der Magnavision-Videoplattenspieler bei entsprechender Umschaltung automatisch ausführt.

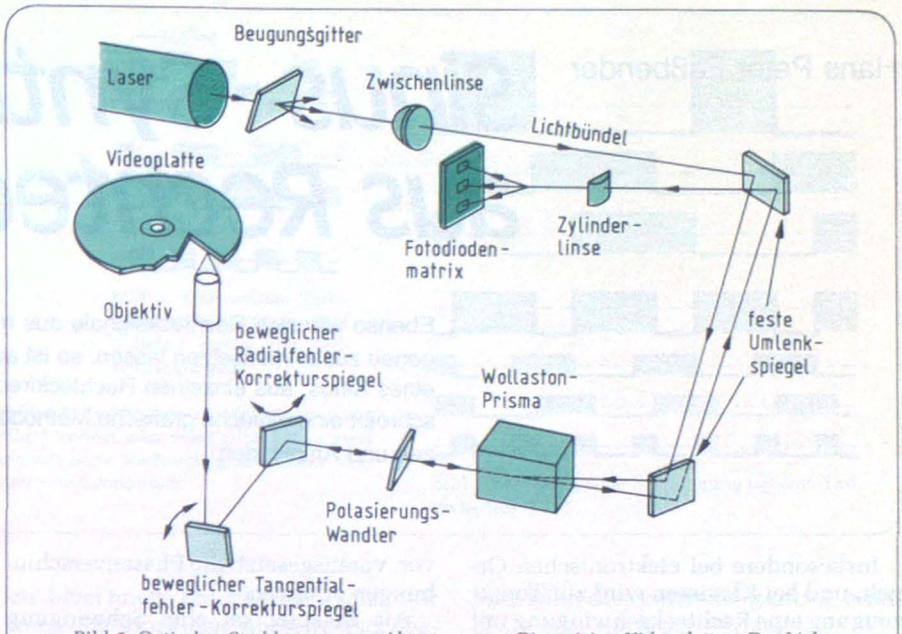


Bild 5. Optischer Strahlengang zur Abtastung von Discovision-Videoplatten. Das Licht eines 1,2-mW-HeNe-Gaslasers wird an der informationstragenden Schicht der Videoplatte reflektiert und durch die Pits in seiner Intensität moduliert

Optische Signalabtastung

Wie bei der unter [2] bereits beschriebenen VLP-Technik dient auch beim Magnavision-Videoplattenspieler zum Abtasten der Platten ein Laser. Allerdings hat man die optische Anordnung gegenüber der früheren Ausführung in einigen Punkten geändert. *Bild 5* zeigt den jetzt verwendeten Strahlengang.

Der Helium-Neon-Laser liefert ein schmales Bündel monochromatischen, vertikal polarisierten, roten Lichtes mit etwa 1,2 mW Strahlungsleistung. Dieses Bündel durchläuft zunächst ein Beugungsgitter, d.h. eine planparallele Glasplatte mit zahlreichen, eng benachbarten, horizontal parallelen Furchen, wobei neben dem dabei richtungsmäßig unbeeinflußten „Hauptbündel" (Bündel nullter Beugungsordnung), symmetrisch zu ihm und in ihrer Richtung um gewisse kleine Winkel abgelenkt, eine Reihe von „Nebenbündeln" entsteht (gebeugte Bündel ±1. und ±2. Ordnung usw.). Für den weiteren Strahlengang sind hier nur die beiden Nebenbündel +1. und –1. Ordnung von Interesse; die Nebenbündel höherer Ordnung werden hier nicht gebraucht, und ihre Intensität ist gering.

Alle drei Bündel werden anschließend von einer Zwischenlinse auf den gewünschten Durchmesser gebracht, wobei diese Linse in Verbindung mit dem eigentlichen Objektiv auch für die optimale Fokussierung auf der informationstragenden Schicht der Videoplatte sorgt. Nach Knickung der Bündel an zwei festen Planspiegeln treffen sie auf ein sogenanntes Wollaston-Prisma – ein optisches Bauelement, welches das Licht in Abhängigkeit von seiner Polarisationsrichtung ablenkt: Ein Bündel vertikal polarisierten Lichtes, wie es beispielsweise der Laser liefert, verläßt ein solches Wollaston-Prisma unter einem anderen Winkel als ein Bündel horizontal polarisierten Lichtes.

(Schluß folgt)

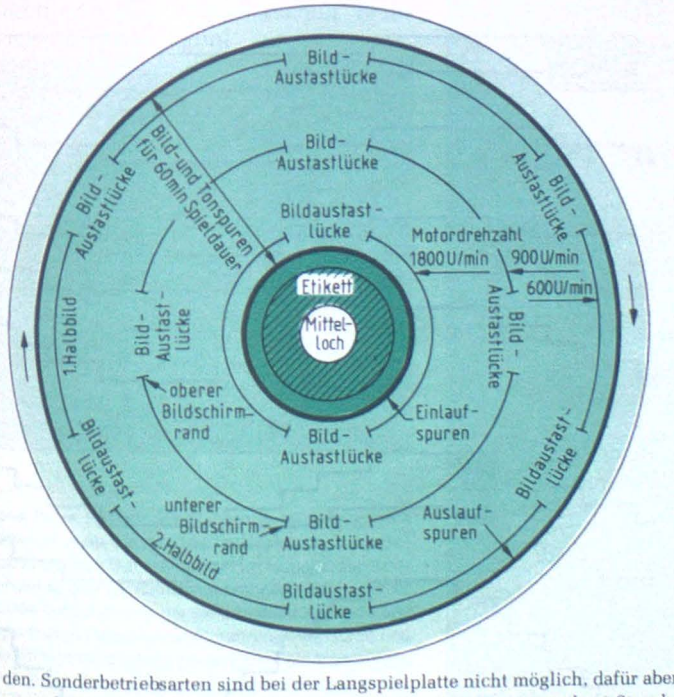


Bild 4. Aufteilung der Signalspuren auf einer Discovision-Langspielplatte. Im Gegensatz zur Standardplatte (Bild 2) steht hier für jedes Halbbild eine konstante Spurlänge zur Verfügung, woraus sich eine günstigere Ausnutzung der Speicherfläche ergibt. Während der Abtastung muß die Plattendrehzahl kontinuierlich verringert werden. Sonderbetriebsarten sind bei der Langspielplatte nicht möglich, dafür aber lassen sich auf ihr normale Programme bis zu 60 Minuten pro Plattenseite, insgesamt also 2 Stunden Spieldauer unterbringen

Hans Peter Faßbender

Sinus - Synthese aus Rechtecksignalen

Ebenso wie sich Rechtecksignale aus mehreren Sinusfrequenzen nahezu beliebig genau zusammensetzen lassen, so ist auch eine Synthese beliebiger Signale, auch eines Sinus, aus einzelnen Rechteckfrequenzen möglich. Der folgende Beitrag beschreibt eine einfache grafische Methode zur Ermittlung der erforderlichen Frequenzen und Amplituden.

Insbesondere bei elektronischen Orgeln und bei Klavieren wird zur Tonerzeugung eine Rechteckschwingung mit unsymmetrischem Tastverhältnis angewandt. Nun wird es manchen Techniker interessieren, welchen Obertongehalt diese Schwingungen haben. Hierüber ist noch sehr wenig geschrieben worden. Es gibt zwar die Fourierschen Formeln, wonach man die Harmonischen berechnen kann; sie sind aber sehr kompliziert und nicht für jedermann verständlich. Aber genauso wie sich jede Schwingungsform in Sinusschwingungen verschiedener Frequenzen zerlegen läßt, so ist es auch möglich, jedes Signal, welcher Form auch immer, in reine Rechteckschwingungen verschiedener Frequenzen zu zerlegen. Die bekannteste Form ist z. B. der aus Rechteckschwingungen hergestellte Sägezahn. Aus mehreren phasenverschobenen Rechteckschwingungen gleicher Frequenz läßt sich aber auch eine annähernd reine Sinusschwingung erzeugen, wie *Bild 1* zeigt. Werden zwei Rechteckschwingungen um 60° verschoben, so wird die 3., 9., 15., 21. usw. Harmonische gelöscht. Zwei dieser Schwingungen, um 36° verschoben, löschen nun die 5., 25., 35. usw. Bei digitalen Musikinstrumenten mit Sinus-Zugriegeln wird meist großer Aufwand getrieben, um die Harmonischen zu unterdrücken. Am schwierigsten ist es dabei, die dritte Harmonische zu dämpfen; darauf soll hier nicht weiter eingegangen werden. Vielmehr soll gezeigt werden, wie es möglich ist, digitale Signale grafisch zu analysieren.

Aus zwei Rechteckschwingungen wird durch Addition eine dritte erzeugt (Bild 1). Diese mit einer gleichen, phasenverschoben addiert, ergibt eine schon sinusähnliche Schwingung. Durch weitere Additionen tritt die Sinusschwingung immer deutlicher hervor, vorausgesetzt, die Phasenverschiebungen stimmen.

Als Beispiel sei eine Schwingung (wie bei elektronischen Klavieren meist verwendet) mit unsymmetrischem Tastverhältnis angenommen. Auf ein Gatter werden drei Schwingungen mit dem Frequenzverhältnis 1:2:4 gegeben (*Bild 2*).

Die so entstandene Schwingung soll nun auf ihre spektrale Zusammensetzung geprüft werden. Zunächst einmal zerlegt man die Schwingung in zwei Rechteckschwingungen gleicher Frequenz und halber Amplitude. Die Phasenverschiebung beträgt hierbei $(0{,}5 \pm V) \cdot 360°$ (V = Tastverhältnis 0...1); in diesem Fall 225° (*Bild 3*). Die Zerlegung erfolgt durch Addition der Kehrwerte. Übrig bleibt jetzt eine Schwingung doppelter Frequenz und halber Amplitude. Mit dieser Schwingung wird nun ebenso verfahren (*Bild 4*). Wiederum bleibt eine Schwingung doppelter Frequenz und halber Amplitude übrig, die jetzt ein reines Rechtecksignal ist. (Allerdings geht nicht jede Rechnung so schön einfach auf.) Wie bekannt, sind im Rechteck alle ungeradzahligen Harmonischen vorhanden, und zwar anteilmäßig im umgekehrten Verhältnis zur Ordnungszahl, wie *Tabelle 1* zeigt. Sind in einer Schwingung auch alle geradzahligen

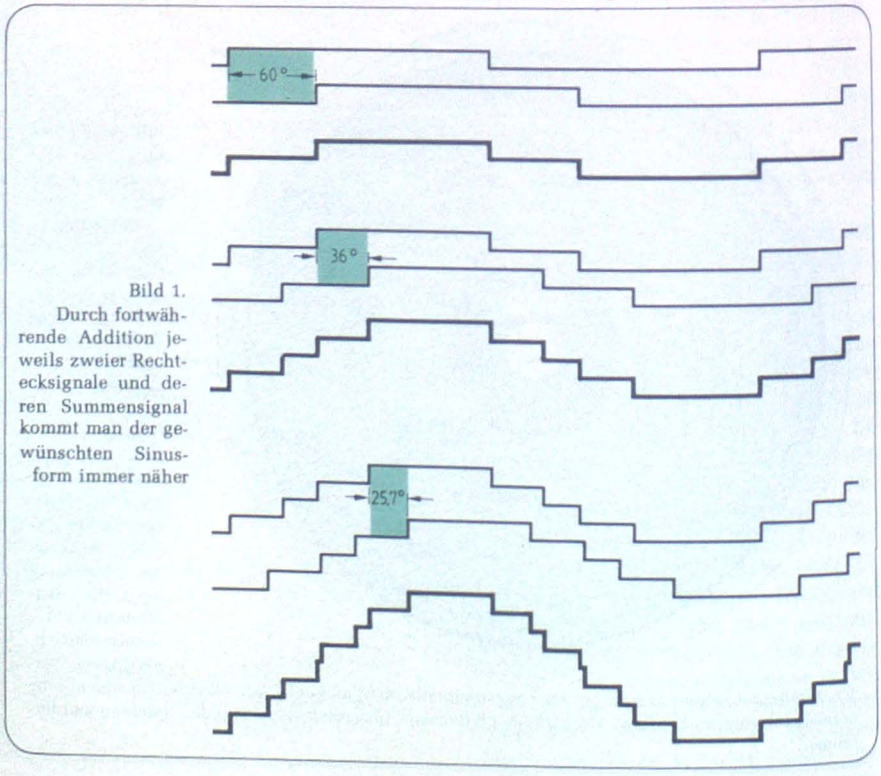


Bild 1. Durch fortwährende Addition jeweils zweier Rechtecksignale und deren Summensignal kommt man der gewünschten Sinusform immer näher

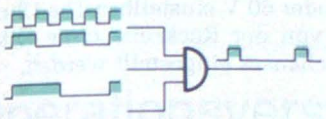
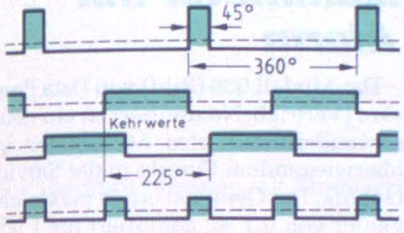


Bild 2. Erzeugung eines stark unsymmetrischen Rechtecksignales mittels eines UND-Gatters



◀ Bild 3. Zur Analyse der Schwingung aus Bild 2 zerlegt man diese zunächst in zwei symmetrische Rechtecksignale halber Frequenz und Amplitude

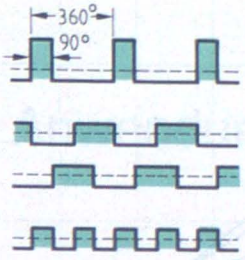


Bild 4. Eine weitere Zerlegung des Produktes von Bild 3 liefert bereits alle Teilschwingungen

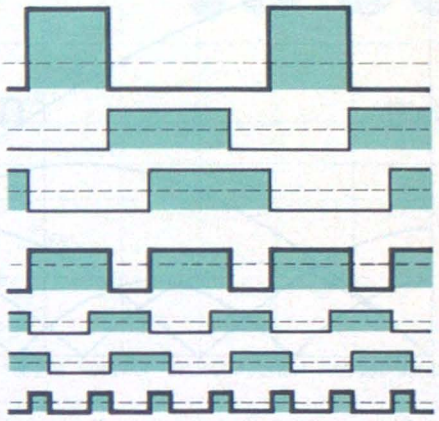


Bild 5. Zerlegung einer Schwingung mit dem Tastverhältnis 0,333

Harmonischen vorhanden, so sind unzählige Rechteckschwingungen jeweils doppelter Frequenz notwendig, um wirklich alle Harmonischen zu erfassen (*Tabelle 2*). Tatsächlich genügen aber nur wenige, um ein gutes Ergebnis zu erzielen. Ein Beispiel gibt hierfür *Bild 5*. Eine Schwingung mit einem Tastverhältnis von 0,333 soll zerlegt werden. Nach zweimaligem Zerlegen bleibt eine Schwingung übrig, die mit der ursprünglichen identisch ist. Die Amplitude beträgt jedoch nur noch $^1/_4$ und die Frequenz ist die vierfache. Um den Obertongehalt der Schwingungen zu berechnen, braucht man jetzt nur noch die einzelnen phasenverschobenen Rechteckspannungen zu addieren. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß wegen der unterschiedlichen Phasenlage der einzelnen Harmonischen auch jede einzeln berechnet werden muß. Ist der Grundton z. B. 80° verschoben, so liegt die dritte Harmonische $3 \cdot 80° = 240°$ und die elfte bei $11 \cdot 80° - 2 \cdot 360° = 160°$.

Bild 6 zeigt, wie zwei um 120° verschobene Spannungen addiert werden. Man kann dies entweder grafisch erreichen, oder nach der Formel

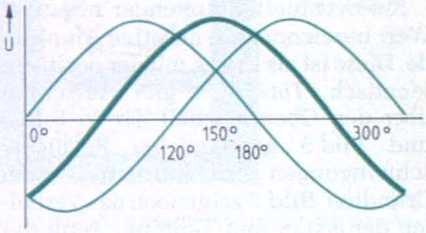


Bild 6. Addition zweier um 120° phasenverschobener Sinussignale

Tabelle 1:
Amplitude der Harmonischen beim reinen Rechtecksignal

Ordnungszahl	Amplitude
1	1,0
3	0,33
5	0,20
7	0,14
9	0,11
11	0,091
13	0,077
15	0,067
17	0,059
19	0,053

Tabelle 2: Hinzufügen geradzahlicher Harmonischer

Ordn. Zahl	1f	2f	4f	8f
1	x			
2		x		
3	x			
4			x	
5	x			
6		x		
7	x			
8				x
9	x			
10		x		
11	x			
12			x	
13	x			
14		x		
15	x			
16				
17	x			
18		x		
19	x			
20			x	
21	x			
22		x		
23	x			
24				x
25	x			
26		x		

Tabelle 3. Obertongehalt der Schwingungen in Bild 3 und Bild 5

zu *Bild 3*		zu *Bild 5*	
Harmonische	Amplitude in %	Harmonische	Amplitude in %
1.	100,00	1.	100,00
2.	92,38	2.	50,00
3.	80,47	3.	0,00
4.	65,32	4.	25,00
5.	48,28	5.	20,00
6.	30,79	6.	0,00
7.	14,28	7.	14,28
8.	0,00	8.	12,50
9.	11,11	9.	0,00
10.	18,47	10.	10,00
11.	21,94	11.	9,09
12.	21,77	12.	0,00
13.	18,57	13.	7,69
14.	13,19	14.	7,14
15.	6,66	15.	0,00
16.	0,00	16.	6,25
17.	5,88	17.	5,88
18.	10,26	18.	0,00
19.	12,71	19.	5,26
20.	13,06	20.	5,00
21.	11,49	21.	0,00
22.	8,39	22.	4,54
23.	4,34	23.	4,34
24.	0,00	24.	0,00
25.	4,00	25.	4,00
26.	7,10	26.	3,84

Hans Peter Faßbender, Jahrgang 1935, war nach seiner Lehre als Elektromaschinenbauer u. a. als Betriebselektriker, Baukranführer, im Hausgeräte-Kundendienst und als Automatentechniker tätig. Seit 17 Jahren befaßt er sich mit elektronischen Orgeln und legte später nach Abschluß mehrerer Fernkurse und zweijährigem Schulbesuch eine einer Meisterprüfung ähnliche Prüfung als Musikinstrumentenmacher ab. 1971 machte er sich selbständig; er baut Spezialorgeln und führt Entwicklungsarbeiten für eine namhafte Firma durch.

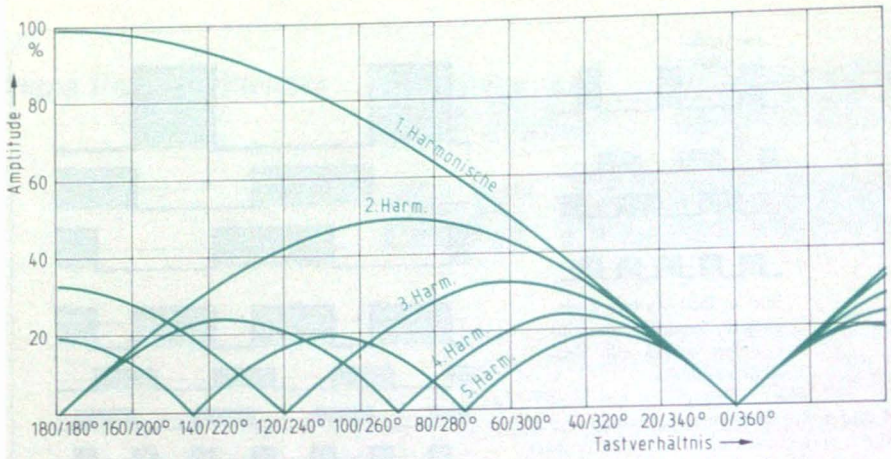


Bild 7. Obertonanteil der fünf wichtigsten Harmonischen einer Rechteckschwingung bei unterschiedlichem Tastverhältnis

$$a = 2\sin\frac{180° \pm \varphi}{2}$$

mit φ = Phasenverschiebung.

Ein eventuell auftretender negativer Wert bezeichnet die negative Amplitude. Diese ist als Betrag mit der positiven identisch. *Tabelle 3* gibt Aufschluß über den Obertongehalt der in Bild 3 und Bild 5 gezeichneten Rechteckschwingungen im Verhältnis zum Grundton. *Bild 7* zeigt noch das Verhalten der ersten fünf Teiltöne, wenn das Tastverhältnis von 0...100 % allmählich geändert wird. So können die Werte der ersten fünf Teiltöne direkt abgelesen werden, wenn man an der Stelle eine Senkrechte durch die Zeichnung zieht, die dem Tastverhältnis der gesuchten Schwingung entspricht.

Durch Hinzufügen einer gleichen Schwingung mit dreifacher Frequenz und $^1/_3$ Amplitude sowie einer gleichen Schwingung mit neunfacher Frequenz und $^1/_9$ Amplitude erhält man den Klangeindruck einer reinen Sägezahnschwingung, obwohl die Schwingungsform wegen der anderen Phasenlage der Harmonischen kein Sägezahn ist, ebenso wie die in *Bild 8* gezeigten unterschiedlichen Schwingungsformen den gleichen Obertongehalt haben und im Klang nicht zu unterscheiden sind.

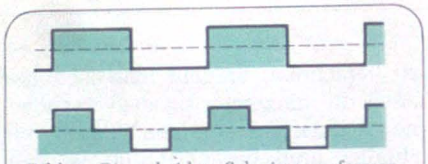


Bild 8. Diese beiden Schwingungsformen haben die gleiche Oberton-Amplitude und sind erfahrungsgemäß im Klang nicht zu unterscheiden

Schalttafel-Nebenuhr mit LCD-Anzeige

Zum versenkten Einbau in Schalttafeln, Pulten u. a. eignet sich die neue Nebenuhr im Normgehäuse von Telefonbau und Normalzeit. Sie kann als Nebenuhr an Hauptuhren oder an Zeitdienstzentralen mit polwechselnden Impulsen angeschlossen werden. Die Anzeige ist vierstellig (Stunde und Minute) oder sechsstellig (Stunde, Minute und Sekunde) in anthrazitfarbigen LCD-Siebensegmentziffern; die Ziffernhöhe beträgt 19 mm.

Die Ansteuerung erfolgt bei der vierstelligen Uhr durch polwechselnde Minutenimpulse, bei der sechsstelligen durch polwechselnde Minuten- oder Sekundenimpulse. Bei Ansteuerung durch Minutenimpulse bildet die sechsstellige Uhr den Sekundentakt selbst, der vom Minutenimpuls synchronisiert wird. Die Uhr wird über den Uhrenimpuls versorgt, eine Speisespannung ist nicht erforderlich. Der Impulseingang ist auf 12 V, 24 V, 36 V, 48 V oder 60 V einstellbar. Die Uhrzeit kann von der Rückseite ohne Öffnen des Gehäuses eingestellt werden.

Diese Nebenuhren von Telefonbau und Normalzeit werden in vierstelliger und sechsstelliger Ausführung gefertigt

Digitales Multimeter mit Alarm

Das Modell 936 (*Bild*) von Data Precision (Vertrieb: Neumüller) ist ein neues anwenderorientiertes Multimeter mit überwiegendem Einsatz in der Servicetechnik. Das Gerät hat einen maximalen Fehler von 0,1 %, garantiert für 1 Jahr, und eine 12,7 mm große LCD-Anzeige; es wiegt 270 g.

29 Meßbereiche stehen zur Verfügung: Gleichspannung von 100 µV bis 1000 V, Wechselspannung von 100 µV bis 700 V, Widerstand von 100 mΩ bis

20 MΩ, Gleich-/Wechselstrom von 1 µA bis 2 A. In allen Widerstandsbereichen kann die Meßspannung von 2,8 V auf 250 mV umgeschaltet werden. Ein Diodentest ist in 6 Bereichen möglich. Mit einer handelsüblichen 9-Volt-Batterie kann ohne Unterbrechung 200 Stunden lang gemessen werden.

Bei Fehlbedienung ertönt ein Alarmsignal, wodurch die Meßsicherheit erhöht wird. Wenn der Wechselspannungsbereich überschritten oder in den Widerstandsbereichen eine Spannnung angelegt wird, ertönt ein kontinuierliches Signal. Ein Alarm von 300 ms ertönt, wenn bei Gleichspannung der gewählte Meßbereich überschritten und bei Widerstandsmessung der Bereich unterschritten wird (Kurzschluß). Die Abmessungen des Multimeters sind 170 mm x 89 mm x 38 mm.

Blatt 1 und 2 erschienen in Heft 3, Blatt 3 und 4 in Heft 4/1980

Vs 56

Operationsverstärker – Anwendungen

Blatt 5

2.5.2 Der Multiplizierer mit Stromverteilungssteuerung

Die Grundschaltung (*Bild 37*) zeigt, daß für $u_1 = 0$ bei Änderung von u_2 durch jeden Transistor der gleiche Strom fließt und demzufolge $u_o = 0$ ist. Macht man dagegen $u_1 > 0$, dann fließt bei der gleichen Änderung von u_2 durch T 1 ein größerer Strom als durch T 2, d. h. $u_o \neq 0$. Die Differenz $i_1 - i_2$ steigt bei festgehaltenem u_1, wenn u_2 geändert wird. In erster Näherung gilt:

$$u_o = \frac{R_1}{2 \cdot U_T \cdot R_2} \cdot u_1 \cdot u_2 = K \cdot u_1 \cdot u_2$$

Um zu einem Baustein zu kommen, der allen technischen Anforderungen genügt, ist die Grundschaltung wesentlich zu erweitern. Dazu gehört:

- Die Schaltung muß als Vierquadranten-Multiplizierer arbeiten, d. h. u_1 und u_2 sollen beliebiges Vorzeichen haben dürfen (für die Schaltung in Bild 37 wird dagegen negatives u_2 gefordert).
- Die Proportionalitätskonstante K ist wegen U_T von der Temperatur abhängig. Dieser Effekt ist zu kompensieren.
- In der Schaltung in Bild 37 darf u_1 nur zwischen +10 mV und –10 mV schwanken. Andernfalls übersteigen die Verzerrungen die Grenze von 1%. Die Aussteuergrenzen müssen also erweitert werden.

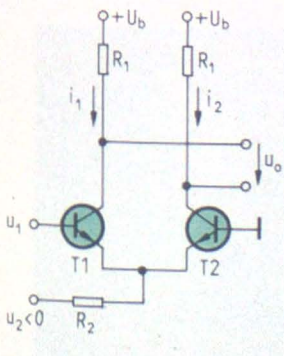


Bild 37. Multiplizieren mit Stromverteilungssteuerung. Prinzipbild [1]

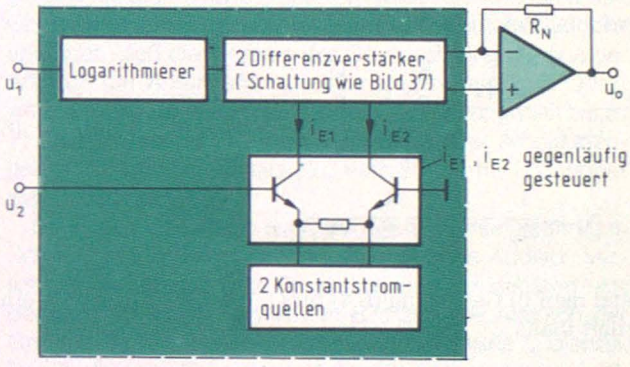


Bild 38. Blockschaltbild für das Multiplizieren nach dem Stromverteilungsverfahren [6, 7]

Diese Forderungen lassen sich erfüllen, wenn man die Spannung u_1 zwei Differenzverstärkern zuführt und deren Emitterströme durch u_2 gegensinnig steuert. Die Begrenzung für u_1 läßt sich vermeiden, wenn man diese Spannung zuerst logarithmiert und dann ln u_1 dem eigentlichen Multiplizierteil zuführt. Eine weitere Verbesserung erhält man, wenn man die Emitterströme der beiden Differenzverstärker zwei Konstantstromquellen entnimmt. *Bild 38* gibt einen Überblick über diese Schaltmaßnahmen.

2.5.3 Der Dividierer mit Stromverteilungssteuerung

Für den Dividierer kann der gleiche Baustein wie für den Multiplizierer verwendet werden. Es müssen nur nach der in Abschnitt 2.3 angegebenen Regel – bei dem inversen Vorgang – die Eingangs- und die Gegenkopplungselemente miteinander vertauscht werden. Dazu sind in *Bild 39* die beiden Prinzipschaltungen – für den Multiplizierer und den Dividierer – einander gegenübergestellt. Es ist also die Brücke a aufzutrennen, an das freie Ende von R_N ist u_3 anzuschalten, und der Anschlußpunkt für u_2 ist mit der Ausgangsklemme (u_o) zu verbinden [1, 2, 4, 6, 7, 8].

Anhang

Ableitung der Gleichung (6)

Nach Bild 3 lassen sich drei Gleichungen aufstellen, wobei ein idealer Operationsverstärker vorausgesetzt wird.

$$U_N = U_P = U_o \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_N} \qquad (6.1)$$

$$\frac{U_o - I_L \cdot R_L}{R_5} = I_L + \frac{I_L \cdot R_L - U_P}{R_4} \tag{6.2}$$

$$\frac{U_o - I_L \cdot R_L}{R_5} = I_L + \frac{U_P - U_i}{R_3} \tag{6.3}$$

Aus Gleichung (6.2) und (6.1) folgt:

$$I_L = U_o \cdot \frac{\frac{1}{R_5} + \frac{R_1}{(R_1 + R_N) \cdot R_4}}{N_1} \tag{6.4}$$

$$N_1 = 1 + \frac{R_L}{R_4} + \frac{R_L}{R_5}$$

und aus Gleichung (6.3) und (6.1):

$$U_o = \frac{I_L \cdot (1 + \frac{R_L}{R_5}) - \frac{U_i}{R_3}}{N_2} \tag{6.5}$$

$$N_2 = \frac{1}{R_5} - \frac{R_1}{(R_1 + R_N) \cdot R_3}$$

Setzt man in Gleichung (6.4) für U_o die Gleichung (6.5) ein, erhält man

$$I_L = -U_i \cdot \frac{\left(\frac{1}{\frac{R_3}{N_2}}\right)\left(\frac{\frac{1}{R_5} + \frac{R_1}{(R_N + R_1) \cdot R_4}}{N_1}\right)}{1 - \left(\frac{1 + \frac{R_L}{R_5}}{N_2}\right) \cdot \left(\frac{\frac{1}{R_5} + \frac{R_1}{(R_N + R_1) \cdot R_4}}{N_1}\right)} \tag{6.6}$$

$$I_L = U_i \frac{R_N \cdot R_4 + R_1 \cdot R_4 + R_5 \cdot R_1}{R_5 \cdot R_1 \cdot (R_3 + R_4) + R_L \cdot [R_1 \cdot (R_5 + R_4) - R_3 \cdot R_N]}$$

Setzt man $R_1 \cdot (R_5 + R_4) = R_3 \cdot R_N$, so wird der zweite Summand im Nenner = 0, die Abhängigkeit von R_L verschwindet, und man erhält für I_L:

$$I_L = \frac{U_i \cdot R_N}{R_1 \cdot R_5} \tag{6}$$

Literatur:

[1] *Tietze, U.; Schenk, Ch.*: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer-Verlag, Berlin.

[2] *Graeme, J. G.; Tobey, G. E.; Huelsman, L. P.*: Operational Amplifiers, design and applications. McGraw-Hill Book Co., New York.

[3] Elektronik-Arbeitsblätter Band 11, 7.3 und 3.2-1. Franzis-Verlag, München.

[4] Der logarithmische Verstärker. Elektronik-Arbeitsblatt Nr. 92. ELEKTRONIK 1975, Heft 9, S. 123.

[5] *Bonfig, K. W.; Gehrold, E.*: Anwendungen des Operationsverstärkers in Meßschaltungen. Archiv für technisches Messen, Bl.Z 6343.

[6] *Tietze, U., Schenk, Ch.*: Monolithischer Baustein multipliziert, dividiert, quadriert, radiziert. ELEKTRONIK 1973, Heft 9, S. 335.

[7] *Tietze, U.; Schenk, Ch.*: Analogmultiplizierer mit Stromverteilungssteuerung. ELEKTRONIK 1971, Heft 6, S. 189.

[8] Beispiele für die Anwendung integrierter Operationsverstärker. Technische Informationen für die Industrie, Valvo GmbH, Hamburg 1.

[9] *Achterberg, H.*: Operationsverstärker, Grundlagen. Valvo, Bereich Bauelemente, Hamburg 1.

[10] *Gibbons, I. F.; Horn, H. S.*: A Circuit with Logarithmic Transfer Response over 9 Decades. IEEE Transactions on Circuit Theory, Sept. 1964, S. 378.

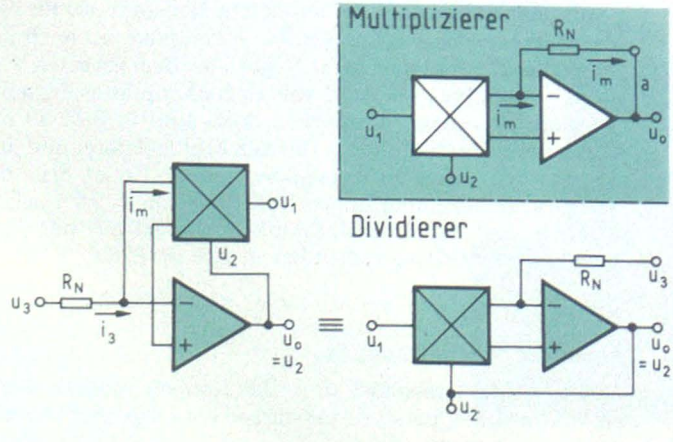


Bild 39. Gegenüberstellung von Multiplizierer (oben) und Dividierer (unten). Für den Multiplizierer gilt:
$i_m \sim u_1 \cdot u_2$
$i_m \cdot R_N = u_o \sim u_1 \cdot u_2$
Für den Dividierer gilt:
$i_3 \sim u_3$
$i_m \sim u_1 \cdot u_2$
$i_3 = i_m$
$u_3 \sim u_1 \cdot u_2$
$u_o = u_2 \sim \frac{u_3}{u_1}$

Dieter Nührmann

Bauelemente in Theorie und Praxis (4)

Eine Serie für alle, die es noch nicht wissen oder wieder vergessen haben

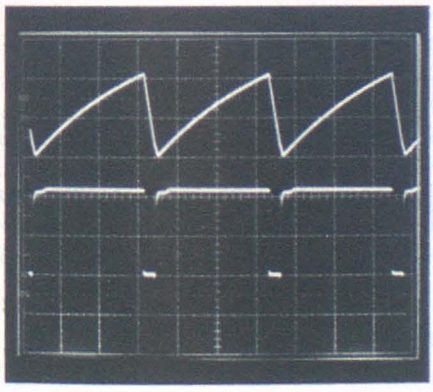
Definitionen bei der Impulsspannung

Das Spannungssignal in Bild 18 läßt sich bereits als Impulsspannung bezeichnen, wobei genaugenommen unter einem Impuls die einmalige Spannungsänderung verstanden wird. Die beiden Oszillogramme in *Bild 22* zeigen weitere impulsförmige Spannungsarten. Das Signal im oberen Teil wird als Sägezahnsignal bezeichnet. Das untere Signal ist ein stark asymmetrisches Rechtecksignal. Bei periodischen Impulssignalen lassen sich wieder Frequenzwerte ermitteln.

Neu sind die jetzt folgenden Definitionen. Zunächst die Anstiegszeit. Nach *Bild 23* wird diese zwischen den Werten 10 %...90 % einer Impulsspannung definiert. Dabei wird t_r als rise-time (Anstiegszeit) für die Vorderflanke des Impulses und t_f als fall-time (Fallzeit) für die Hinterflanke des Impulses bezeichnet. Die Impulsdauer wird mit der Zeit t_d angegeben. Wie das auf dem Oszillogramm aussieht, zeigt *Bild 24*. Im linken Teil beträgt der Zeitmaßstab eines 100-kHz-Rechtecksignales 5 µs. Die Anstiegs- und Fallzeiten sind derartig rasch, daß sie auf dem Schirmbild so nicht erkennbar sind. Das wird anders im rechten Teil des Oszillogrammes, wo der Ablenkkoeffizient auf 0,02 µs pro Teil gedehnt wurde. Lesen wir dort zwischen 10 %...90 % ab, so erkennen wir eine Anstiegszeit $t_r = 0{,}022$ µs, das sind 22 ns ($22 \cdot 10^{-9}$ s!).

Bei einer Rechteckschwingung, oder einem Impuls allgemein, sind die Werte t_r und t_f im wesentlichen durch den Oberwellengehalt der Schwingung gegeben. *Bild 25* läßt erkennen, daß die Flanken der Grundschwingung aus der Addition der Anfangsflanken aller ungeradzahligen Oberwellen gebildet werden (hier ist der Oberwellengehalt bis zu 11 Oberwellen als 11 f gekennzeichnet). Der Amplitudengehalt der Oberwellen sinkt im Verhältnis ihrer Ordnungszahl zur Grundwelle.

So lassen sich dann auch bei allen nichtsinusförmigen Schwingungen deren Entstehung durch die Addition verschiedener Grund- und Oberschwingungen erklären. Als Beispiel einfachster Art soll in *Bild 26a* die Addition der Grundwelle f_1 und der gradzahligen Oberwelle f_2 dienen. Das Ergebnis ist eine stark verzerrte asymmetrische „Sinusschwingung". Werden nun in *Bild 26b* die Grundwelle und die dritte Oberwelle addiert, so erhält man eine Signalform, die sich dem Rechteckcharakter nähert. Das Entstehen des Rechteckes in Bild 25 erklärt sich dann auch aus der Summe weiterer ungradzahliger Oberwellen.



◄ Bild 22. Zwei Arten von vielen möglichen Impulsspannungen

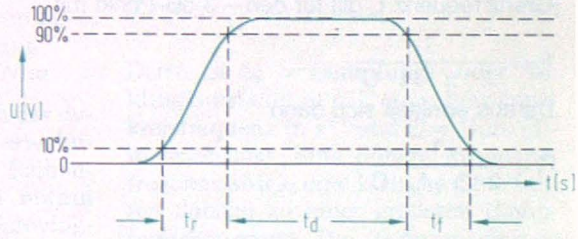


Bild 23. Zeitdefinitionen bei einem Impuls

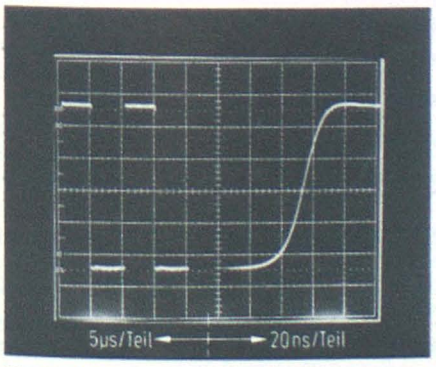
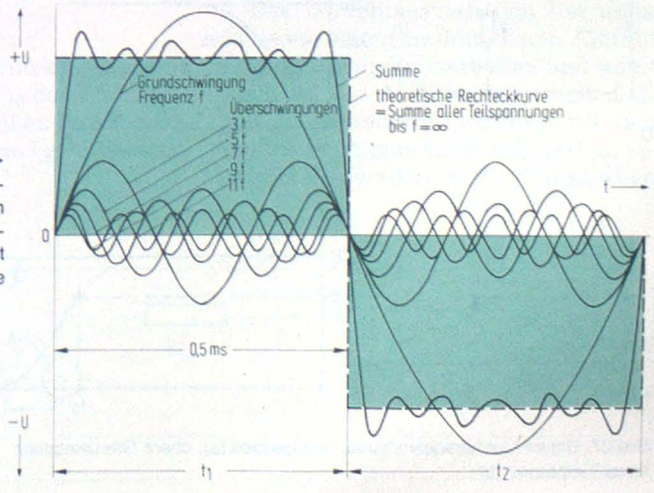


Bild 24. Messung der Anstiegszeit bei einem Impuls

Bild 25. ► Aus unendlich vielen ungeradzahligen Sinusoberschwingungen entsteht eine Rechteckkurve



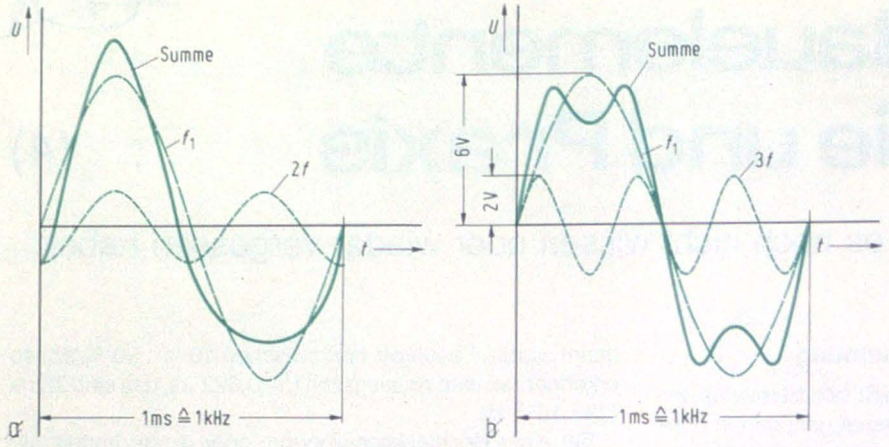


Bild 26. Alle nicht sinusförmigen Schwingungen entstehen durch Addition verschiedener Grund- und Oberschwingungen

Das Problem der Signalflanken als Funktion der „anwesenden" Oberwellen wird uns noch häufiger beschäftigen. Das besonders dann, wenn ein schmalbandiger Übertragungskanal den Oberwellengehalt einengt, wodurch die Werte t_r und t_f vergrößert, also langsamer werden.

Die obere und untere Grenzfrequenz bei Verstärkern und RC-Gliedern

Ohne jetzt schon zu wissen, worum es sich handelt, bezeichnen wir den Begriff „obere" Grenzfrequenz mit f_o und folgerichtig die „untere" Grenzfrequenz mit f_u. Ein einfaches Beispiel an zwei passiven RC-Schaltungen soll das erklären. In *Bild 27a* ist ein sogenannter Hochpaß dargestellt. In *Bild 27b* ist ein Tiefpaß gezeigt. Der Hochpaß hat gemäß seiner RC-Beschaltung für Gleichspannung keinen Durchlaß, erst bei höheren Frequenzen beginnt die Spannung U_A am Ausgang zu steigen, bis sie den Wert – 3 dB bei der Frequenz f_u erreicht. Die beim Hochpaß auftretende untere Grenzfrequenz f_u gilt für den – 3 dB-Punkt mit

$$f_u = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}.$$

Daraus ermittelt sich dann

$$R = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_u \cdot C}.$$

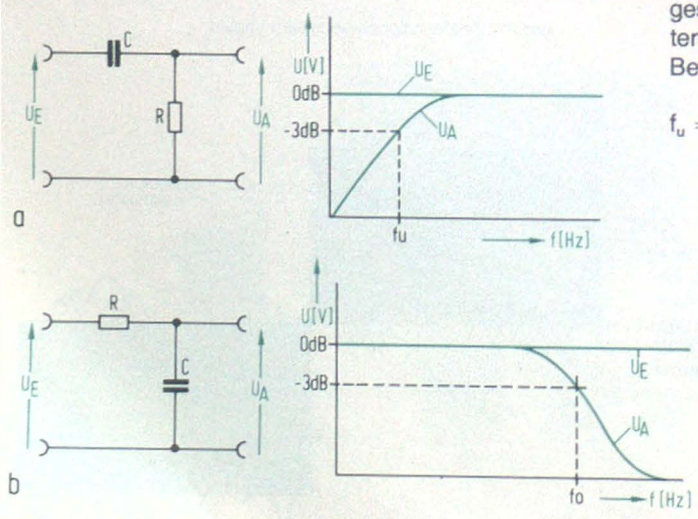


Bild 27. Untere Grenzfrequenz eines Hochpasses (a), obere Grenzfrequenz eines Tiefpasses (b)

Bei dem Tiefpaß in Bild 27b sind die Verhältnisse umgekehrt. Bei höher werdender Frequenz sinkt die Ausgangsspannung, bis diese bei – 3 dB die obere Grenzfrequenz f_o erreicht. Hier heißt die Formel dann

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}.$$

Es bleibt hinzuzufügen, daß sowohl bei dem Hochpaß als auch bei dem Tiefpaß die Phasenlage zwischen dem Strom und der Spannung bei dem – 3-dB-Punkt 45° beträgt.

Nun spielen die Begriffe Hoch- und Tiefpaß in der Verstärkertechnik eine bedeutende Rolle, denn hier wird die Übertragungscharakteristik nach *Bild 28* jeweils bei den – 3-dB-Punkten mit f_u und f_o angegeben. Dafür zwei Beispiele. Eine Hi-Fi-Verstärkeranlage kann z. B. eine untere Grenzfrequenz f_u = 30 Hz und eine obere Grenzfrequenz f_o = 20 kHz übertragen. Ein Oszillografenverstärker ist weit „breitbandiger". Mit eingeschaltetem Wechselspannungsverstärkereingang hat er eine untere Grenzfrequenz von z. B. 15 Hz und eine obere Grenzfrequenz von z. B. 50 MHz.

Nun eine Besonderheit: Die meisten Meßverstärker für Oszillografen weisen die Möglichkeit der Eingangsumschaltung auf Gleichspannungmessung auf. Dann ist der gesamte Verstärkerzug galvanisch gekoppelt, und die untere Grenzfrequenz wird Null. Demnach würde dann das Beispiel lauten:

f_u = Null, f_o = 50 MHz.

(Fortsetzung folgt)

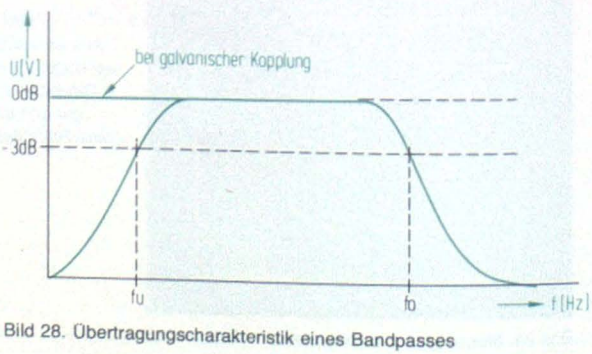


Bild 28. Übertragungscharakteristik eines Bandpasses

Ing. grad. Heinz Sahm

Das Dämpfungsverhalten dynamischer Lautsprecher

Immer häufiger begegnet man in Abhandlungen über Lautsprecherkonstruktion dem Begriff der Dämpfung. Dabei werden Aussagen über den freistehenden und in einem Gehäuse eingebauten Lautsprecher ebenso erörtert wie die Auswirkungen verschiedener Membranmassen, Federstreifen und Magnetfeld-Stärken. Vielfach bleibt allerdings unklar, ob ein Lautsprecher durch den Einbau in ein Gehäuse mehr oder weniger bedämpft wird, wie Ausgleichsverhalten sowie Schalldruckverlauf von der Dämpfung abhängen und wie die Dämpfung im Zusammenhang mit Lautsprechern definiert werden soll.

Bei der Beurteilung von Lautsprechern gibt es viele verschiedene Kriterien, wie gehörmäßiger Eindruck, Schalldruckverlauf, Impedanzverhalten, Richtcharakteristik, Belastbarkeit, Ausgleichsverhalten usw. In engem Zusammenhang damit steht auch das häufig diskutierte Dämfpungsverhalten eines Lautsprechers; dabei kann das freistehende Chassis ebenso wie das in einem Gehäuse montierte Chassis gemeint sein. Ganz allgemein ist ein Schwingsystem höher bedämpft, wenn man es in die Lage versetzt, im Übertragungsbereich mehr Nutzenergie abzugeben, d. h. wenn ein besserer Wirkungsgrad erreicht wird. Dieses Dämpfungsverhalten darf jedoch nicht mit dem Dämpfungsverhalten einer Lautsprechermembran verwechselt werden. Die mögliche hohe innere Dämpfung einer solchen Membran dient der Minderung von Partialschwingungen in ihr, welche in höheren Frequenzbereichen mit $kr_M > U_M/\lambda \approx 1$ (U_M = Membranradius; λ = abgestrahlte Wellenlänge) auftreten.

Die eigentlichen Dämpfungserscheinungen eines dynamischen Lautsprechers, um die es hier geht, treten dagegen im unteren Teil des übertragenen Frequenzbereiches, nämlich im Bereich der Resonanzfrequenz f_0 mit $kr_M < U_M/\lambda \approx 1$, auf. In diesen Frequenzbereichen schwingt eine Lautsprechermembran – wenn sie stabil ausgeführt ist – als ganzer Kolben, so daß für die folgenden Betrachtungen das Ersatzschaltbild eines Lautsprechers nach *Bild 1* benutzt werden kann.

Die einzelnen Größen bedeuten:

- u = elektrische Spannung in V
- B = magnetische Induktion im Luftspalt in Wb/m^2
- l = Länge des Schwingspulendrahtes im magnetischen Feld in m
- R_e = ohmscher Widerstand der Schwingspule in Ω
- R_m = gesamter mechanischer Widerstand in N · s/m
- m = gesamte bewegte Masse (einschließlich Luftlast) in kg
- F_{Cm} = Steifigkeit der Aufhängung aller bewegten Teile in N/m

Das Schaltbild zeigt, daß sich der dynamische Lautsprecher in dem erwähnten Frequenzbereich wie ein Reihenschwingkreis verhält, so daß mithin auch eine entsprechende Schwingkreisgüte Q definiert werden kann:

$$Q = \frac{\omega_0 \cdot m}{R_m} = \sqrt{\frac{F_{Cm} \cdot m}{R_m}} \qquad (1)$$

wobei ω_0 die Resonanzkreisfrequenz (s^{-1}) ist und für Q bei f_0 das Verhältnis der mechanischen Größen Blindwiderstand zu Wirkwiderstand gebildet wurde.

Damit läßt sich auch die Resonanzkreisfrequenz angeben:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{F_{Cm}}{m}} \qquad (2)$$

Schließlich kann die charakteristische Größe δ_m für das Dämpfungsverhalten eines Lautsprechers angeführt werden:

$$\delta_m = \frac{\omega_0}{2 \cdot Q} \qquad (3)$$

Darin ist δ_m = Dämpfungs- oder Abklingkonstante in s^{-1}, ω_0 = Resonanzkreisfrequenz in s^{-1} und Q = Güte (dimensionslos). Eine höhere Resonanzfrequenz sowie eine kleinere Güte führen danach zu einer größeren Dämpfungskonstante. Die Zusammenhänge der bisher benutzten Größen sind der *Tabelle* zu entnehmen.

Das Dämpfungsverhalten hat unter anderem einen unmittelbaren Einfluß auf das Ausgleichsverhalten und somit auch auf das Ausschwingverhalten eines Lautsprechers, welches mit den beiden wichtigen Größen Q und ω_0 beschrieben werden kann. Bekanntlich

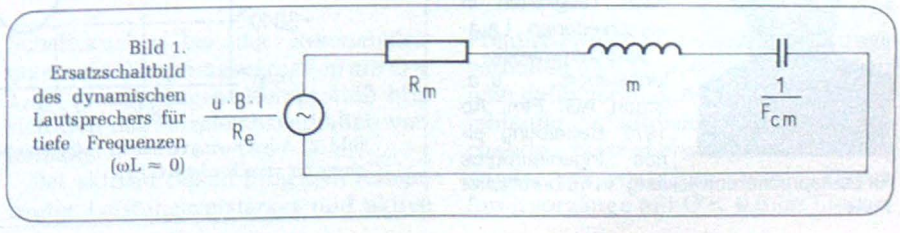


Bild 1. Ersatzschaltbild des dynamischen Lautsprechers für tiefe Frequenzen ($\omega L \approx 0$)

hat das Ausgleichs- bzw. Impulsverhalten bei Lautsprechern einen großen Anteil an der gehörmäßigen Wiedergabequalität. Um nun die Problematik von Ausgangsauslenkungen bei Ausschwingvorgängen (frequenzabhängige Membranauslenkungen im eingeschwungenen Zustand bzw. verschiedene elektrische Signale unmittelbar vor Beginn des Ausschwingvorganges sowie das Auspegeln unterschiedlicher Wirkungsgrade beim Abhören verschiedener Lautsprecherboxen usw.) von Lautsprechern zu umgehen, wird die betrachtete Membran durch einmaligen Anstoß um die konstante Anfangsauslenkung a_0 aus ihrer Nullage herausgebracht, um anschließend ihrer Bedämpfung entsprechend (Q, ω_0) in ihre Ruhelage zurückzukehren.

Für verschiedene solcher Bedämpfungen der Resonanzfrequenz (Hub, Schwingspulengeschwindigkeit, Schalldruck, Ausgangsleistung in Abhängigkeit der Frequenz bei eingeschwungenen Zuständen) eines Lautsprechers wird nun das Dämpfungsverhalten bei konstanter Resonanzfrequenz f_0 in *Bild 2* wiedergegeben. Hierbei ist die momentane Membranauslenkung a^+ innerhalb des Ausschwingvorganges über der Ausschwingzeit t und das Dämpfungsverhalten mit der hierfür zuständigen Größe Q in Parameterform dargestellt. Dabei ist zu sehen, daß die Membran eines Lautsprechers aperiodisch ($Q < 0{,}5$), kritisch ($Q = 0{,}5$) und periodisch ($Q > 0{,}5$) ausschwingen kann, und zwar davon abhängig, welches Dämpfungsverhalten vorhanden ist.

Die drei zugehörigen Gleichungen lauten:

a) aperiodischer Fall ($Q < 0{,}5$)

$$a^+ = \frac{a_0}{2\sqrt{1-4\,Q^2}}\left[(\sqrt{1-4\,Q^2}+1)\,e^{\frac{\omega_o \cdot t}{2\cdot Q}(\sqrt{1-4\,Q^2}-1)} + (\sqrt{1-4\,Q^2}-1)\,e^{\frac{\omega_p \cdot t}{2\cdot Q}(\sqrt{1-4\,Q^2}+1)}\right] \quad (4)$$

b) kritischer Fall ($Q = 0{,}5$)

$$a^+ = a_0 \cdot e^{-\omega_0 \cdot t}\,(1+\omega_0) \quad (5)$$

c) periodischer Fall ($Q > 0{,}5$)

$$a^+ = a_0\sqrt{1+\frac{1}{(4\,Q^2-1)}}\cdot e^{-\frac{\omega\cdot t}{2\cdot Q}}\cdot \sin \omega_0\sqrt{1-\frac{1}{4\,Q^2}} + \text{arc tg}\sqrt{4\,Q^2-1} \quad (6)$$

Diese drei Gleichungen gelten im Falle der Anfangsauslenkung $a_0 = a_{max}$ und der Geschwindigkeit Null zu Beginn des Ausschwingvorganges.

Die verschiedenen Größen Bedeuten:

a^+ = momentane Auslenk. innerhalb des Ausschwingvorganges in m
a_0 = Auslenkung zu Beginn des Ausschwingvorganges in m
t = Ausschwingzeit in s
ω_0 = Resonanzkreisfrequenz in s^{-1}
Q = Güte

Jeder Lautsprecher (frei oder eingebaut) liegt nun entsprechend seiner Dämpfung an irgendeiner Stelle innerhalb der Kurvenschar von Bild 2, wobei das Amplitudenverhalten dämpfungsabhängig (Q) und das zeitliche Verhal-

Dämpfung, Resonanzfrequenz und Güte in Abhängigkeit von Masse, Federsteife und mechanischem Widerstand bei einem dynamischen Lautsprecher

	Güte Q	Reson.-freq. f_0	Dämpfung
Masse m			
größer	größer	kleiner	kleiner
kleiner	kleiner	größer	größer
Federsteife F_{Cm}			
größer	größer	größer	kleiner
kleiner	kleiner	kleiner	größer
mech. Widerst. R_m			
größer	kleiner	konstant	größer
kleiner	größer	konstant	kleiner

Ing. (grad.) Heinz Sahm (42), Studium an der Fachhochschule Hannover, danach Tätigkeiten in verschiedenen Lautsprecherentwicklungslabors u. a. Braun AG, Ffm. Ab 1977 Betreibung eines „Ingenieurbüros für Lautsprecherentwicklung" in freiberuflicher Form.

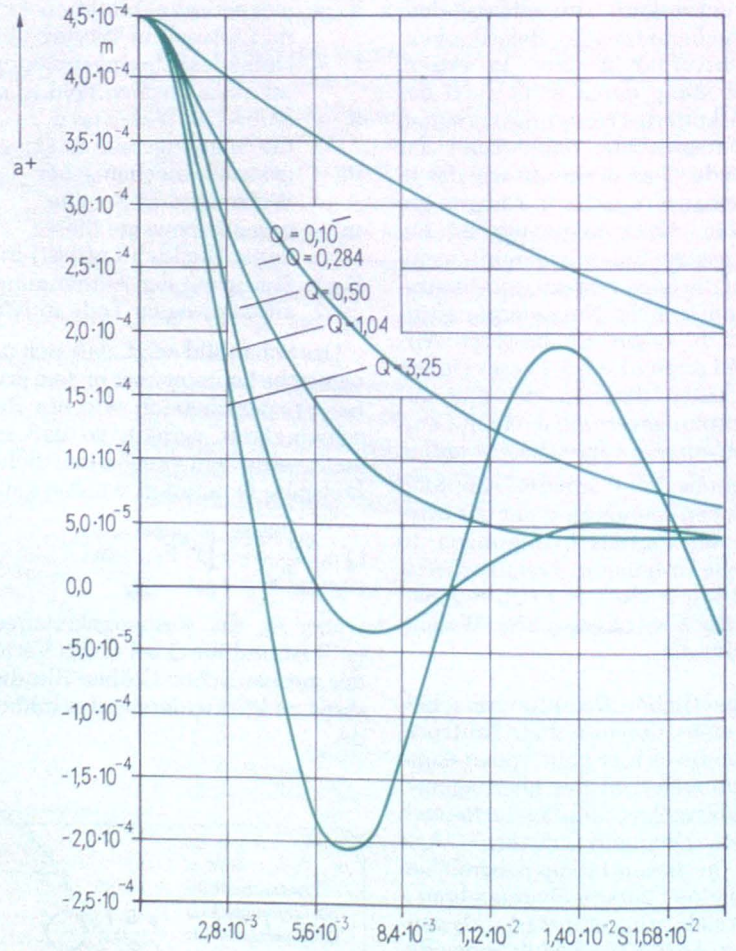


Bild 2. Ausschwingverhalten (Membranbewegung) des dynamischen Lautsprechers für verschiedene Güten

ten resonanzfrequenzabhängig ist. Wie in der Tabelle 1 zu sehen ist, führt eine Erhöhung der Rückstellkräfte (Erhöhung von F_{Cm}) zu einer Verringerung der Dämpfung (höherer Q-Wert). Dies gilt mithin auch für den Einbau eines Lautsprecherchassis in ein Gehäuse, da auch hier höhere Rückstellkräfte auftreten und somit das gesamte Schwingsystem entdämpft wird (im Einbaufall erhält man eine größere Güte Q). Daß dies nicht unbedingt ein Nachteil sein muß, soll folgendes Beispiel zeigen:

Ein nicht eingebautes Lautsprecherchassis weist ein Dämpfungsverhalten mit Q = 0,1 und nach seinem Gehäuseeinbau ein Dämpfungsverhalten mit Q = 0,5 auf. Durch den Gehäuseeinbau des Chassis wurde somit die anfängliche Überdämpfung (Q = 0,1) auf das aperiodische und kritische Maß (Q = 0,5) reduziert, so daß diese Lautsprecher-Gehäuse-Kombination optimale Ausgleichseigenschaften aufweist. Hätte man dagegen beim freien Chassis ein Q = 0,5 und im Einbaufalle ein Q = 2,0 gehabt, so wäre durch eine solche Entdämpfung ein periodischer Ausschwingvorgang mit entsprechend hohem Überschwingen die Folge gewesen. In beiden Fällen fand eine Herabsetzung (größeres Q) der Dämpfung statt und auch eine zeitliche Verkürzung des Ausschwingvorganges wegen der höheren Resonanzfrequenzen im Einbauzustand.

Untrennbar von diesen Vorgängen verhält sich aber auch der Schalldruckverlauf eines Lautsprechers besonders im Bereich der Resonanzfrequenz. Auch hier erhält man abhängig von der Dämpfung (Q) verschiedene Frequenzgänge, wie aus *Bild 3* hervorgeht. Der Schalldruck (in dB) ist über dem Kreisfrequenzverhältnis ω/ω_0 aufgetragen; die Dämpfungen sind mit Hilfe der Q-Werte wiederum in Parameterform eingetragen.

Die zugehörige Gleichung lautet:

$$\text{Schalldruckpegel (dB)} = 20 \lg \frac{\omega_0}{\sqrt{\frac{1}{Q^2} + \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} \qquad (7)$$

Diese Darstellung hat zur Folge, daß der gerade für den Einbauzustand als erstrebenswert beschriebene Ausschwingvorgang mit Q = 0,5 zu einer Schalldruckeinbuße bei der Resonanzfrequenz von 6 dB führt, jedoch ein Dämpfungsvorgang mit Q = 1 den ausgeglichensten Schalldruckverlauf ergibt.

Daraus läßt sich folgender Schluß ableiten: Für passive Lautsprecherboxen (passive Frequenzweiche mit L-, C- und R-Gliedern) ist wegen des notwendigen Schalldruckes bei der Resonanzfrequenz ein Dämpfungsverhalten mit Q ≈ 1 bei gleichzeitigem Kompromiß hinsichtlich des Ausgleichsverhalten vorteilhaft.

Bei aktiven Boxen hingegen (eingebauter Leistungsverstärker und aktive Frequenzweiche) ist ein Dämpfungsverhalten mit Q ≈ 0,5 optimal, wenn man dafür sorgt, daß in diesem Fall der fehlende Schalldruck durch entsprechende verstärkerseitige Entzerrung wieder ausgeglichen wird. Dämpfungsvorgänge mit Q < 0,5 im Einbau-

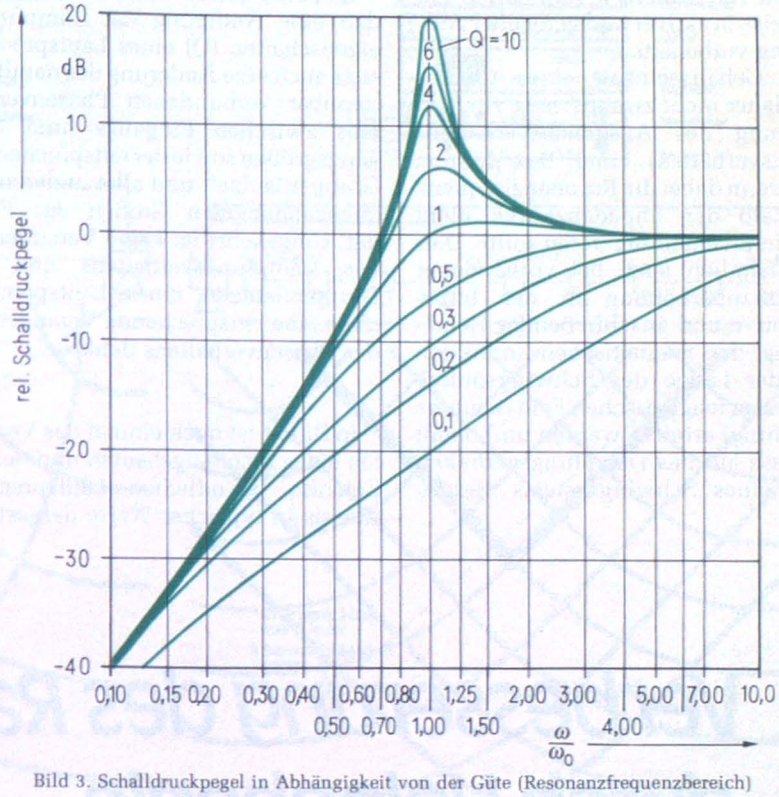


Bild 3. Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Güte (Resonanzfrequenzbereich)

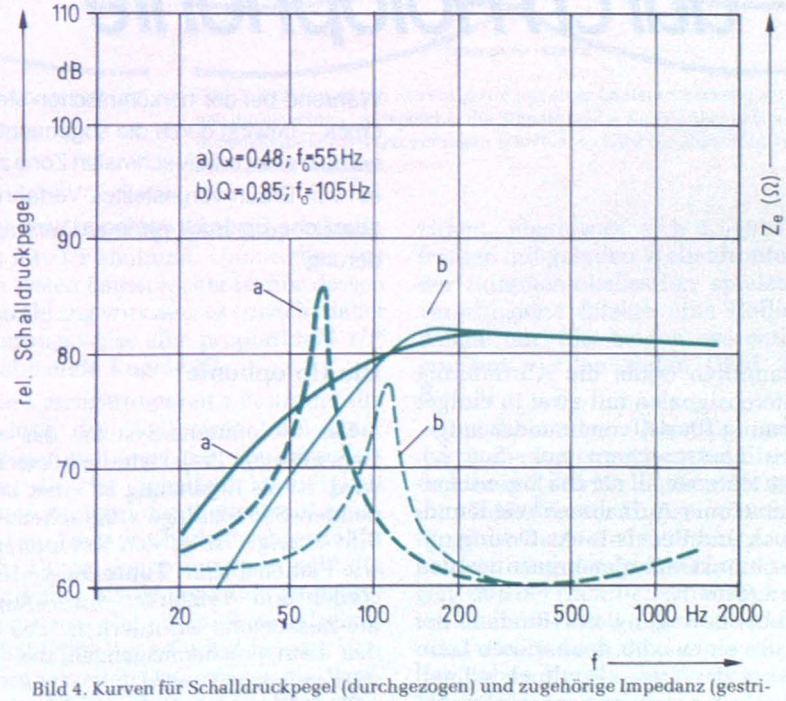


Bild 4. Kurven für Schalldruckpegel (durchgezogen) und zugehörige Impedanz (gestrichelt) eines dynamischen Lautsprechers (100-mm-Tieftonchassis, Zwei-Liter-Gehäuse, 1 W, 1 m). a) Chassis in unendlicher Schallwand, b) Chassis im Gehäuse

zustand (Box) bleiben schließlich der Bauweise in aktiver und geregelter Ausführung vorbehalten.

Der Gehäuseeinbau eines Chassis muß daher nicht zwangsweise zur Verbesserung des Ausgleichsverhaltens (Impulsverhalten) einer Box führen, auch wenn dabei die Resonanzfrequenz innerhalb der Impedanzkurve nicht mehr in Erscheinung treten sollte. Dies kann nämlich auch bei vorhandener Resonanzüberhöhung in der Impedanzkurve und anschließender Herabsetzung der magnetischen Induktion oder der Länge des Schwingspulendrahtes im magnetischen Feld (kleinere Dämpfung) erreicht werden und damit Schlüsse auf das Dämpfungsverhalten solch eines Schwingsystems verhindern.

Letztlich bliebe noch zu erwähnen, daß eine Änderung der Dämpfungseigenschaften (Q) eines Lautsprechers stets auch eine Änderung des damit untrennbar verbundenen Phasenverhaltens zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen sowie der entsprechenden Gruppenlaufzeit und aller anderen frequenzabhängigen Größen zur Folge hat. Umgekehrt ist keine Veränderung des Dämpfungsverhaltens und der Gruppenlaufzeit eines Lautsprechers ohne eine entsprechende Veränderung des Phasenverhaltens denkbar.

In *Bild 4* ist noch einmal das Verhalten eines nichteingebauten und des im Gehäuse befindlichen Lautsprecherchassis in typischer Weise dargestellt, wobei abschließend noch erwähnt werden muß, daß ein mit Dämpfungsmaterial gefülltes Gehäuse wieder ein wenig höhere Dämpfungseigenschaften erbringt.

Literatur

Sahm, H.: Hifi-Lautsprecher. Franzis-Verlag, München, 1978.

Stichworte zum Inhalt

Aktive und passive Lautsprecherboxen, Dämpfungseigenschaften, Impulsverhalten, Schalldruckverlauf, Impedanzverlauf, Güte.

Verbesserung des Raumeindrucks durch Holophonie

Während bei der herkömmlichen stereofonen Wiedergabe ein räumlicher Musikeindruck – bewirkt durch die sogenannte Summenlokalisation des Gehörsinns – nur innerhalb einer relativ schmalen Zone zwischen den Lautsprechern möglich ist, gestattet ein von Braun vorgestelltes Verfahren die freie Wahl des Hörplatzes, ohne daß der räumliche Eindruck verringert wird, und ohne die Notwendigkeit einer Balanceveränderung.

Bekanntlich ergibt die Abstrahlung von Stereosignalen mit zwei in einiger Entfernung (Basis) voneinander aufgestellten Lautsprechern nur eine begrenzte Hörzone, in der die Eigenschaften stereofoner Aufnahmen wie Raumeindruck und Rechts-Links-Ortung uneingeschränkt wahrgenommen werden können *(Bild 1)*.

Daß bei Bewegung des Hörers in der Nähe des einen oder des anderen Lautsprechers der Stereo-Eindruck schnell verschwindet, und nur noch die Abstrahlung des jeweils näheren Lautsprechers wahrzunehmen ist, hat zwei Gründe, die aus Bild 1 ersichtlich werden. Wenn sich, wie im hier gezeichneten Fall, der Hörer dichter beim linken Lautsprecher befindet, so trifft der Schall aus diesem Lautsprecher sowohl früher als auch lauter als der vom rechten Lautsprecher auf das Ohr, wobei die Schallintensität I mit $1/r^2$ (r = Entfernung) abnimmt.

Die Holophonie

Das Holophonie-System, das vom Hersteller als Projektstudie bezeichnet wird, ist als Ergänzung zu einer bestehenden Stereoanlage vorgesehen. Wie *Bild 2* zeigt, ist zu den Komponenten wie Plattenspieler, Tuner, Kassettenrecorder und Verstärker ein Holophonie-Zusatzgerät erforderlich, das von den Lautsprecherausgängen des Verstärkers gespeist wird.

Eine Frequenzweiche leitet Tonfrequenzen unterhalb von 300 Hz den bereits vorhandenen Lautsprechern zu. Dies ist deshalb zulässig, weil Frequenzen unterhalb des angegebenen Wertes nicht mehr zur Stereo-Ortung beitragen. Die Lautsprecher lassen sich daher auch an einem beliebigen Ort im Raum aufstellen.

Die Endverstärker der Anlage liefern nur die Leistung für die Tiefenabstrahlung (ca. 70 % der Gesamtleistung); die Regler für Lautstärke, Höhen, Tiefen, Rumpel/Rausch-Filter und alle Quelleneingänge bleiben voll nutzbar. Eine Zusatzinformation wie z. B. bei der Quadrofonie, ist für Holophonie nicht notwendig. Normale Stereo-Rundfunksendungen lassen sich daher mit der Anordnung wiedergeben.

Ein zweiter Elektronik-Block enthält Verzögerungsschaltungen sowie Vor- und Endverstärker für jeden Einzellautsprecher. *Bild 3* zeigt das Prinzip des Zusammenwirkens. Jeder Lautsprecher der Holophonie-Kette erhält sowohl das Nf-Signal des linken als auch das des rechten Kanals mit einer Zeitverzögerung τ. Mischung und Entkopplung nach rückwärts erfolgen über die Vorverstärker. Da die neun Systeme der Kette einen Frequenzumfang von 300 Hz bis 25 kHz übertragen, lassen sich dafür kompakte Mittel-Hochtonboxen einsetzen, die wenig Ausgangsleistung benötigen.

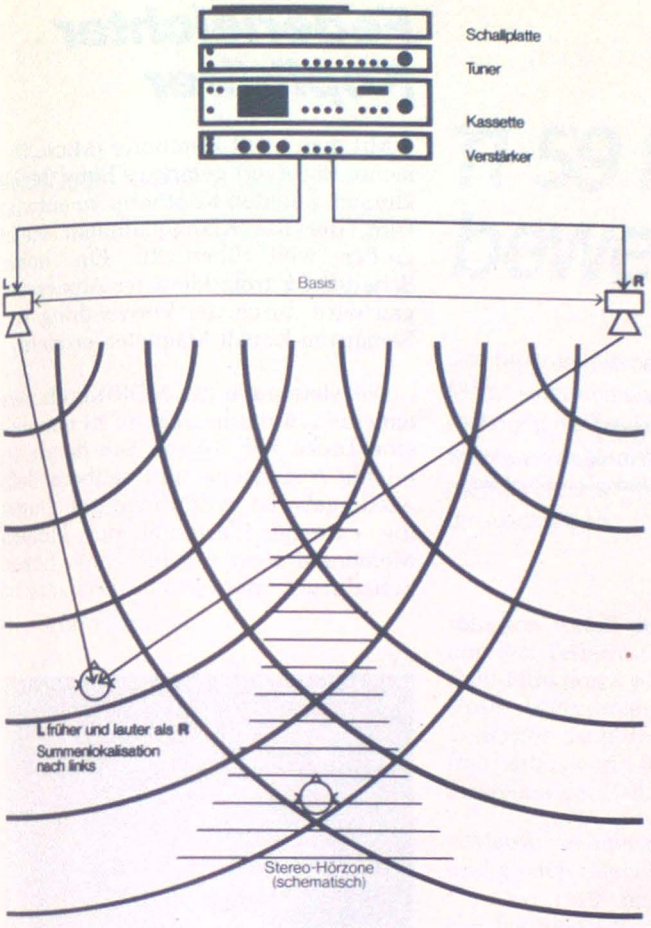


Bild 1. Die Stereo-Hörzone ist bei konventioneller Stereowiedergabe recht gering. Wird sie verlassen, so geht der Stereoeffekt verloren

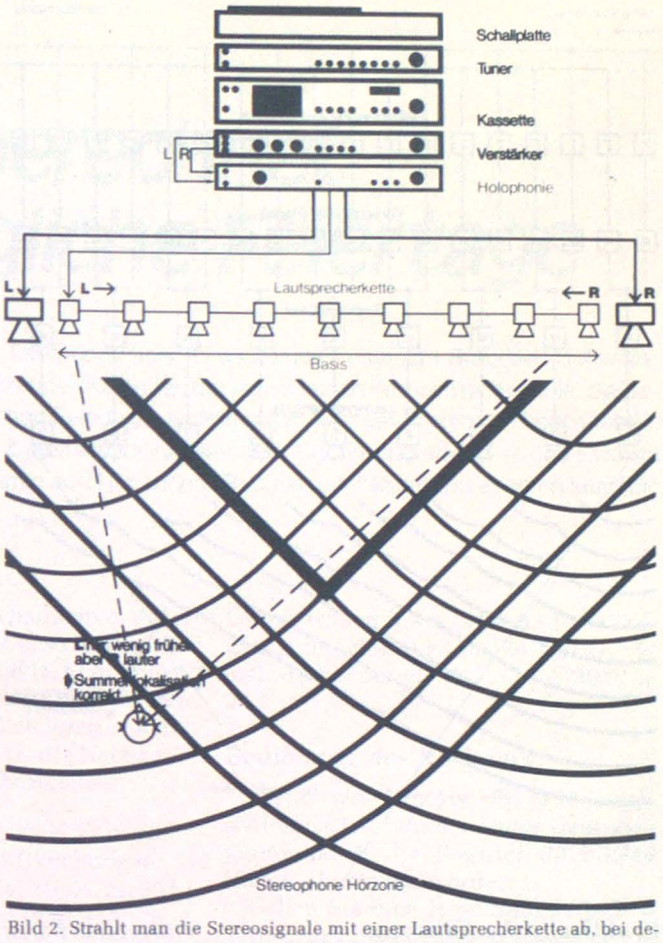


Bild 2. Strahlt man die Stereosignale mit einer Lautsprecherkette ab, bei denen die einzelnen Lautsprecher die Signale beider Kanäle über entsprechend dimensionierte Zeitverzögerungen erhalten, so wird die stereofone Hörzone beträchtlich erweitert

Die Zuführungsleitungen wurden in einem mehradrigen Kabel zusammengefaßt. Alle Lautsprecher sind räumlich auf einer Linie angeordnet; sie können daher in einem Regal aufgestellt werden, wobei Resonanzen durch den Wegfall der Tiefenabstrahlung nicht zu befürchten sind. Sie lassen sich jedoch auch mit einer speziellen Montageschiene an der Wand oder der Decke befestigen.

Die Wirkungsweise

Betrachtet man der Übersichtlichkeit halber in Bild 3 nur den linken Kanal (die Schalldruckverhältnisse für den rechten Kanal und für das gleiche Signal sind spiegelsymmetrisch), so ist zu erkennen, daß zum Zeitpunkt t_1 nur Lautsprecher 1 abstrahlt. Zum Zeitpunkt t_2 hat sich die Wellenfront in Richtung auf den Hörer bewegt, und der zweite Lautsprecher beginnt mit der Abstrahlung. Aufgrund der einander folgenden Zeitverzögerungen bildet sich eine schräg zur Basis verlaufende, ebene Wellenfront (Einhüllende nach dem Huygens'schen Prinzip), deren Intensität – im Gegensatz zur Kugelwelle – nur einfach umgekehrt proportional, also mit 1/r abnimmt. Unmittelbar vor dem ersten Lautsprecher ist nur dessen Abstrahlung wirksam; es entsteht daher näherungsweise eine proportional $1/r^2$ abnehmende Kugelwelle.

Die Verzögerungszeit τ bestimmt die Richtung der Wellenfront. Bei einer Verzögerung längs der Lautsprecherkette, die der Schallgeschwindigkeit entspricht, wird die Wellenfront senkrecht zur Lautsprecherkette abgestrahlt. In die Dimensionierung von τ geht die Basisbreite als Holophonie-Lautsprechersystems ein; ein größerer Abstand der Lautsprecher erfordert längere Verzögerungszeiten. Je geringer die Laufzeit des Nf-Signals in der Lautsprecherkette ist, d. h. wenn sie eine größere Geschwindigkeit als die Schallgeschwindigkeit in Luft erreicht, um so flacher wird die Wellenfront.

Betrachtet man nun beide Kanäle gemeinsam, wobei beide ein Signal abstrahlen, das in der Mitte der Basis lokalisiert werden soll, so ergeben sich zwei (links und rechts) schräg aufeinander zulaufende Wellenfronten. Außerhalb dieses Bereiches, z. B. in den Randbezirken, überlagern sich Kugelwellenfronten mit geraden Wellenfronten. Bei der Summenlokalisation spielen nun verschiedene Effekte eine Rolle, von denen nur die beiden wesentlichen erwähnt werden sollen (Bild 2 und Bild 3).

Innerhalb des Dreiecks, gebildet durch die Lautsprecher und die Senkrechten auf den Wellenfronten, *werden durch die kürzere Laufzeit des Signals längs der Kette die Unterschiede in der Laufzeit und der Lautstärke so verringert, daß der räumliche Eindruck erhalten bleibt.* Seitlich außerhalb des Dreiecks wird jedoch die kürzere Laufzeit des nahen Kanals durch eine größere Lautstärke des entfernten Kanals kompensiert, da die Kugelwellenfront einen Intensitätsabfall proportional $1/r^2$ erleidet, während die Wellenfront des entfernteren Kanals in der Intensität nur mit 1/r abfällt, also lauter ist. Würde man übrigens versuchen, Stereo-Signale auf eine Lautsprecherkette zu geben, die keine Verzögerung enthält, so entstünde eben wegen der Summenlokalisation des Gehörsinns ein Mono-Signal.

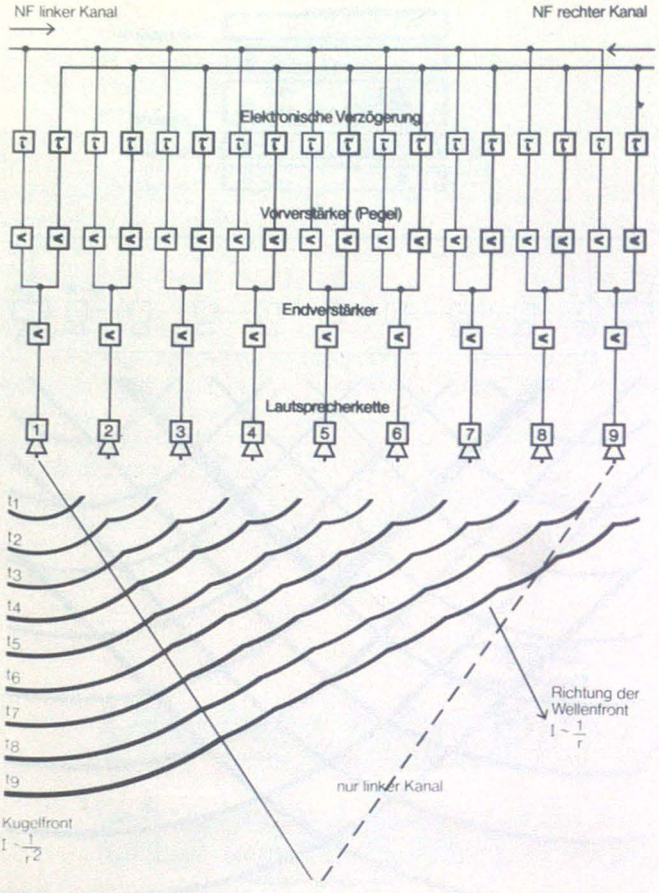


Bild 3.
Prinzipschaltung des Holophonie-Systems

Praktische Ausführung

Die praktische Ausführung des Studioprojekts, in der neun Einzelboxen eingesetzt werden, zeigt *Bild 4*. Die ursprünglichen Boxen der Anlage dienen hier – außer zur Tiefenabstrahlung – noch zur Demonstration des Holophonie-Effekts, und können auf Übertragung des gesamten Frequenzumfangs umgeschaltet werden.

Wie Braun angibt, brachte die Zusammenarbeit des Herstellers mit verschiedenen Universitäten in Kooperation mit dem Institut für Nachrichtenverarbeitung (Prof. K. Steinbuch), Abteilung Akustik (Prof. G. Kurtze) der Universität Karlsruhe, im Rahmen einer Dissertation von Dr. R. Riedlinger im Jahre 1973 die ersten Erkenntnisse, die die Basis der Holophonie bilden.

Ganz so neu sind die Erkenntnisse aus der Beschäftigung mit einem Transversalwellen-Lautsprecher allerdings nicht; bereits in der FUNKSCHAU 1957, Heft 23, beschreibt Prof. Dr. W. Bürck in einem Beitrag über elektrostatische Lautsprecher auf Seite 635 die Erzeugung von ebenen Wellenfronten durch Verzögerungsglieder und die damit verbundene Erweiterung der Hörfläche.

(Nach Unterlagen der Braun GmbH)

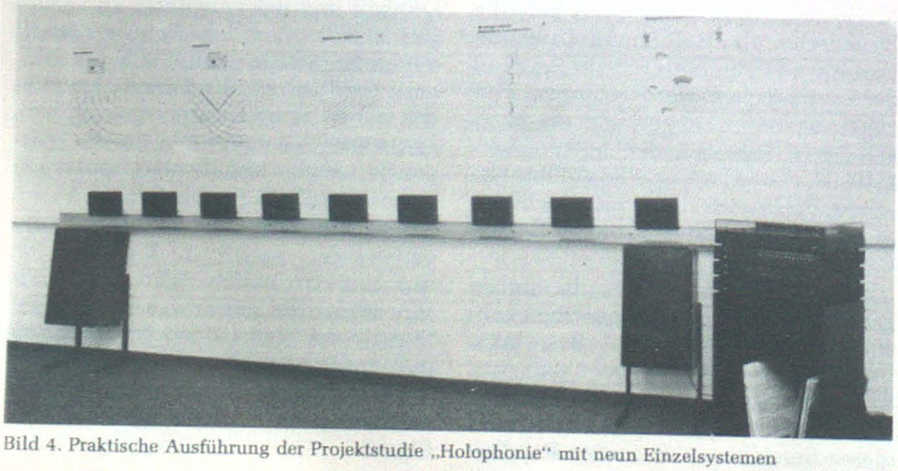


Bild 4. Praktische Ausführung der Projektstudie „Holophonie" mit neun Einzelsystemen

Federleichter Kopfhörer

Mit dem MDR-Kopfhörer (Micro Dynamic Receiver) gelang es Sony, einen kleinen, leichten Kopfhörer zu entwikkeln, der die Klangqualitäten vieler großer weit übertrifft. Ein hoher Schalldruck trotz kleinster Abmessungen wird durch die Verwendung von Samarium-Kobalt-Magneten erreicht.

Die Membrane des MDR-Kopfhörers hat einen Durchmesser von 23 mm und eine Dicke von 10 µm. Die damit erreichte Bandbreite und saubere Baßwiedergabe ist verblüffend gut. Durch die extreme Elastizität der kleinen Membrane wird der für einen hohen Schalldruck erforderliche mechanische Hub problemlos erreicht. Für das Zuleitungskabel (3 m lang und 35 g schwer) wurde, um Leistungsverluste niedrig zu halten, reines Kupfer verwendet. Der Kopfhörer ist sehr angenehm zu tragen.

Das Modell Sony MDR-3 wird in absehbarer Zeit noch durch die Modelle MDR-5 und MDR-7 ergänzt

Der Druck auf die Ohrmuschel beträgt nur 70 g, das Gewicht des Kopfhörers selbst nur 40 g. Der konstruktive Aufbau sorgt für angenehmes Anliegen der beiden mit Schaumgummi gepolsterten Hörkapseln. Die Belastbarkeit des offenen, dynamischen Kopfhörers liegt bei 100 mW, die Impedanz beträgt 32 Ω bei 1 kHz und die Empfindlichkeit wird mit 96 dB/mW angegeben.

Winfried Fuchs

TI-59 berechnet bewegliche Feiertage

Der programmierbare Taschenrechner TI-59 besitzt in seinem Standard-Software-Modul einen immerwährenden Kalender, der jedoch einen Wunsch nicht erfüllt: die Berechnung der beweglichen Feiertage. Im folgenden wird ein Programm beschrieben, welches dieses leistet. Zuerst wird der verwendete Algorithmus erklärt, so daß es leicht möglich ist, das Programm auch für andere Rechner oder Mikroprozessoren lauffähig umzuschreiben.

Der Algorithmus

Das Konzil von Nizäa legte im Jahre 325 n.Chr. fest, daß das Osterfest am ersten Sonntag nach dem ersten Frühlingsvollmond gefeiert wird. Die anderen beweglichen Feiertage leiten sich vom Osterdatum ab. Alle Angaben stützen sich auf den seit 1583 gültigen Gregorianischen Kalender.

Da eine exakte Berechnung des Osterdatums wegen der komplizierten Mondbewegung sehr schwierig ist, rechnet man heute mit einer vereinfachten Mondbahn. Von C. F. Gauß (1777...1855) wurde eine einfache Regel angegeben, auf der unser Algorithmus basiert.

Das Programm im *Bild 2* enthält auf den Adressen 0...24 ein Unterprogramm zur Berechnung der Modulo-Funktion. Bezeichnet man den Dividend mit a, den Divisor mit b, den ganzzahligen Anteil des Quotienten mit x und den Teilerrest mit c, so ist die Modulo-Funktion $c \equiv \mathrm{mod}\,(a, b)$ definiert. Unser Unterprogramm berechnet den Teilerrest nach der Gleichung $c = b \cdot \mathrm{frac}\,(a/b)$, worin frac (z) die Nachkommastellen der Zahl z bezeichnet.

32363717.	30
3531006400.	31
33212431.	32
2236371731.	33
64000000.	34
23243030.	35
1727211323.	36
3537006400.	37
21353231.	38
2717241523.	39
3113300064.	40
13361523.	41
1735302437.	42
3743321523.	43
1735353235.	44
0.	45
0.	46

Bild 1. Registerinhalte des TI-59

Man berechnet nun zwei Faktoren f und g nach folgenden Gleichungen:

$f = \mathrm{mod}\,\{[19 \cdot \mathrm{mod}\,(y, 19)] + m, 30\}$;

$g = f + \mathrm{mod}\,\{[2 \cdot \mathrm{mod}\,(y,4) + 4 \cdot \mathrm{mod}\,(y,7) + 6 \cdot f + n], 7\}$.

Hierin bedeuten y die Jahreszahl und für m bzw. n sind die Werte aus *Tabelle 1* einzusetzen.

Der Faktor g muß noch korrigiert werden: ist g = 35, so setze man g = 28. Ist g = 34 und f = 28 und mod (y,19) > 10, so setze man g = 27.

Will man einen der beweglichen Feiertage berechnen, subtrahiert man von g den Wert k aus *Tabelle 2*. Ist das Ergebnis größer als 1, so ist es das gesuchte Datum. Andernfalls addiert man 30.9. Ist das Ergebnis größer als 1, so ist es das gesuchte Datum, andernfalls addiert man noch 29.9.

Eine Ausnahme bildet der Aschermittwoch: man addiert, wenn das Ergebnis kleiner als 1 ist, nicht 30.9, sondern 27.9 + SJ, wobei SJ = 1, wenn das Jahr ein Schaltjahr ist, sonst gilt SJ = 0.

Ein Beispiel:

y = 1979
mod (1979, 19) = 3
m = 24
f = 21
mod (1979, 4) = 3
mod (1979, 7) = 5
n = 5
g = 24

Ostern ist somit am (24 – 8.6) = 15.4. Chr. Himmelfahrt ist am (24 – 30.4) = (– 6.4), da kleiner als 1: (– 6.4 + 30.9) = 24.5.

Bedienung des Rechners

Wenn ein Drucker PC 100 angeschlossen ist, müssen außer dem Programm auch die Register 30 bis 44 (Block 3) geladen werden.

Geben Sie eine Jahreszahl zwischen 1583 und 2299 ein und drücken Sie Taste A. Der Rechner zeigt das Osterdatum an.

Jetzt können Sie beliebig eine der Tasten B bis E drücken. Diese Tasten haben folgende Funktionen:
B berechnet Aschermittwoch,
C berechnet Christi Himmelfahrt,
D berechnet Pfingsten und
E berechnet Fronleichnam.

Tabelle 1. Die Faktoren m und n

y	m	n
1583–1599	22	2
1600–1699	22	2
1700–1799	23	3
1800–1899	23	4
1900–1999	24	5
2000–2099	24	5
2100–2199	24	6
2200–2299	25	0

Tabelle 2. Subtrahend k

Feiertag	k
Ostern	8.6
Aschermittwoch	23.7
Himmelfahrt	30.4
Pfingsten	20.4
Fronleichnam	9.4

```
000  76 LBL
001  10 E'
002  43 RCL
003  12  12
004  55  ÷
005  43 RCL
006  13  13
007  85  +
008  01  1
009  52 EE
010  94 +/-
011  07  7
012  54  )
013  22 INV
014  59 INT
015  65  ×
016  43 RCL
017  13  13
018  54  )
019  59 INT
020  72 ST*
021  10  10
022  22 INV
023  52 EE
024  92 RTN
025  76 LBL
026  11  A
027  98 ADV
028  99 PRT
029  42 STO
030  09  09
031  42 STO
032  12  12
033  75  -
034  01  1
035  09  9
036  04  4
037  01  1
038  95  =
039  50 I×I
040  32 X↕T
041  03  3
042  05  5
043  08  8
044  22 INV
045  77  GE
046  04  04
047  72  72
048  01  1
049  09  9
050  42 STO
051  13  13
052  02  2
053  42 STO
054  10  10
055  10 E'
056  04  4
057  42 STO
058  13  13
059  03  3
060  42 STO
061  10  10
062  10 E'
063  07  7
064  42 STO
065  13  13
066  04  4
067  42 STO
068  10  10
069  10 E'
070  02  2
071  05  5
072  42 STO
073  05  05
074  07  7
075  42 STO
076  06  06
077  43 RCL
078  09  09
079  55  ÷
080  01  1
081  00  0
082  00  0
083  95  =
084  59 INT
085  32 X↕T
086  02  2
087  01  1
088  22 INV
089  77  GE
090  01  01
091  25  25
092  67  EQ
093  01  01
094  21  21
095  01  1
096  08  8
097  22 INV
098  77  GE
099  01  01
100  19  19
101  67  EQ
102  01  01
103  15  15
104  01  1
105  07  7
106  67  EQ
107  01  01
108  13  13
109  69 DP
110  35  35
111  69 DP
112  36  36
113  69 DP
114  36  36
115  69 DP
116  36  36
117  69 DP
118  35  35
119  69 DP
120  36  36
121  69 DP
122  36  36
123  69 DP
124  35  35
125  01  1
126  09  9
127  65  ×
128  43 RCL
129  02  02
130  85  +
131  43 RCL
132  05  05
133  95  =
134  42 STO
135  12  12
136  03  3
137  00  0
138  42 STO
139  13  13
140  07  7
141  42 STO
142  10  10
143  10 E'
144  02  2
145  65  ×
146  43 RCL
147  03  03
148  85  +
149  04  4
150  65  ×
151  43 RCL
152  04  04
153  85  +
154  06  6
155  65  ×
156  43 RCL
157  07  07
158  85  +
159  43 RCL
160  06  06
161  95  =
162  42 STO
163  12  12
164  07  7
165  42 STO
166  13  13
167  08  8
168  42 STO
169  10  10
170  10 E'
171  43 RCL
172  07  07
173  85  +
174  43 RCL
175  08  08
176  95  =
177  42 STO
178  11  11
179  32 X↕T
180  03  3
181  05  5
182  22 INV
183  67  EQ
184  01  01
185  90  90
186  02  2
187  08  8
188  42 STO
189  11  11
190  03  3
191  04  4
192  22 INV
193  67  EQ
194  02  02
195  17  17
196  02  2
197  08  8
198  32 X↕T
199  43 RCL
200  07  07
201  22 INV
202  67  EQ
203  02  02
204  17  17
205  43 RCL
206  02  02
207  32 X↕T
208  01  1
209  00  0
210  77  GE
211  02  02
212  17  17
213  02  2
214  07  7
215  42 STO
216  11  11
217  69 DP
218  00  00
219  43 RCL
220  30  30
221  69 DP
222  01  01
223  43 RCL
224  31  31
225  69 DP
226  02  02
227  69 DP
228  05  05
229  01  1
230  32 X↕T
231  43 RCL
232  11  11
233  75  -
234  08  8
235  93  .
236  06  6
237  95  =
238  22 INV
239  77  GE
240  02  02
241  44  44
242  99 PRT
243  92 RTN
244  85  +
245  03  3
246  00  0
247  93  .
248  09  9
249  95  =
250  22 INV
251  77  GE
252  02  02
253  56  56
254  99 PRT
255  92 RTN
256  85  +
257  02  2
258  09  9
259  93  .
260  09  9
261  95  =
262  99 PRT
263  92 RTN
264  76 LBL
265  14  D
266  69 DP
267  00  00
268  43 RCL
269  32  32
270  69 DP
271  01  01
272  43 RCL
273  33  33
274  69 DP
275  02  02
276  43 RCL
277  34  34
278  69 DP
279  03  03
280  69 DP
281  05  05
282  01  1
283  32 X↕T
284  43 RCL
285  11  11
286  75  -
287  02  2
288  00  0
289  93  .
290  04  4
291  95  =
292  22 INV
293  77  GE
294  02  02
295  44  44
296  99 PRT
297  92 RTN
298  76 LBL
299  13  C
300  69 DP
301  00  00
302  43 RCL
303  35  35
304  69 DP
305  01  01
306  43 RCL
307  36  36
308  69 DP
309  02  02
310  43 RCL
311  37  37
312  69 DP
313  03  03
314  69 DP
315  05  05
316  01  1
317  32 X↕T
318  43 RCL
319  11  11
320  75  -
321  03  3
322  00  0
323  93  .
324  04  4
325  95  =
326  22 INV
327  77  GE
328  02  02
329  44  44
330  99 PRT
331  92 RTN
332  76 LBL
333  15  E
334  69 DP
335  00  00
336  43 RCL
337  38  38
338  69 DP
339  01  01
340  43 RCL
341  39  39
342  69 DP
343  02  02
344  43 RCL
345  40  40
346  69 DP
347  03  03
348  69 DP
349  05  05
350  01  1
351  32 X↕T
352  43 RCL
353  11  11
354  75  -
355  09  9
356  93  .
357  04  4
358  95  =
359  22 INV
360  77  GE
361  02  02
362  44  44
363  99 PRT
364  92 RTN
365  76 LBL
366  12  B
367  43 RCL
368  41  41
369  69 DP
370  01  01
371  43 RCL
372  42  42
373  69 DP
374  02  02
375  43 RCL
376  43  43
377  69 DP
378  03  03
379  43 RCL
380  34  34
381  69 DP
382  04  04
383  69 DP
384  05  05
385  25 CLR
386  42 STO
387  01  01
388  32 X↕T
389  43 RCL
390  03  03
391  22 INV
392  67  EQ
393  04  04
394  19  19
395  43 RCL
396  09  09
397  42 STO
398  12  12
399  01  1
400  00  0
401  00  0
402  42 STO
403  13  13
404  10 E'
405  22 INV
406  67  EQ
407  04  04
408  17  17
409  04  4
410  49 PRD
411  13  13
412  10 E'
413  22 INV
414  67  EQ
415  04  04
416  19  19
417  69 DP
418  21  21
419  01  1
420  32 X↕T
421  43 RCL
422  11  11
423  75  -
424  02  2
425  03  3
426  93  .
427  07  7
428  95  =
429  22 INV
430  77  GE
431  04  04
432  35  35
433  99 PRT
434  92 RTN
435  85  +
436  02  2
437  07  7
438  93  .
439  09  9
440  85  +
441  43 RCL
442  01  01
443  95  =
444  99 PRT
445  92 RTN
446  76 LBL
447  16 A'
448  11  A
449  12  B
450  13  C
451  14  D
452  15  E
453  92 RTN
454  76 LBL
455  17 B'
456  11  A
457  69 DP
458  29  29
459  43 RCL
460  09  09
461  61 GTO
462  17 B'
463  76 LBL
464  18 C'
465  16 A'
466  69 DP
467  29  29
468  43 RCL
469  09  09
470  61 GTO
471  18 C'
472  69 DP
473  00  00
474  43 RCL
475  44  44
476  69 DP
477  02  02
478  69 DP
479  05  05
```

Bild 2. Dieses zugegebenermaßen nicht gerade kurze Programm errechnet die beweglichen Feiertage eines beliebigen Jahres zwischen 1583 und 2299

Nach Eingabe einer neuen Jahreszahl müssen Sie stets zuerst mit Taste A durch Berechnung des Osterdatums das Programm initialisieren. Erst dann kann ein anderer Feiertag berechnet werden.

Bei Anschluß eines Druckers PC 100 können Sie nach Eingabe einer Jahreszahl mit Taste A' eine Liste aller fünf beweglichen Feiertage ausdrucken.

Mit Taste B' erhalten Sie eine Liste der Osterfeiertage für die folgenden Jahre. In diesem Fall muß das Drucken mit der Taste R/S gestoppt werden.

Mit Taste C' erhalten Sie eine Liste aller beweglichen Feiertage für die folgenden Jahre. Das Drucken kann mit der Taste R/S beendet werden.

Bei fehlerhafter Eingabe (Jahreszahl kleiner als 1583 oder größer als 2299) blinkt die Anzeige, und das Wort ERROR wird ausgedruckt.

Binär-Dezimal und zurück

Beim Programmieren von externen Geräten über den IEC-Bus oder über einen I/O-Port ist es hilfreich, wenn man Daten nicht in ihrer dezimalen Form, sondern binär eingeben kann. Das Programm in *Bild 1* gestattet dies: Es besorgt die Umwandlung einer Dezimalzahl (die so groß wie der maximale Rechenbereich des verwendeten Computers sein kann) in eine Binärzahl und macht deutlich, wie nützlich dabei die String-Befehle sind. *Bild 2* zeigt ein Programm, das das Gegenteil tut: Eine einzugebende Binärzahl wird in ihr dezimales Äquivalent umgerechnet. Die Binärzahl darf maximal so lang wie der Eingangs-Puffer des Computers (z. B. 80 Zeichen) sein. Fe.

```
LIST

 10 REM DEZIMAL-BINAER-UMWANDLUNG
 20 REM VON HERWIG FEICHTINGER
 30 INPUT"DEZIMALZAHL=";A:H$=" BINAER"
 40 A=A/2
 50 IFA=INT(A)THENH$="0"+H$:GOTO70
 60 H$="1"+H$
 70 A=INT(A):IFA>0GOTO40
 80 PRINTH$:GOTO30
RUN
DEZIMALZAHL=? 255
11111111 BINAER
DEZIMALZAHL=? 1024
10000000000 BINAER
DEZIMALZAHL=? 47654321
10110101110010010110110001 BINAER
DEZIMALZAHL=?
```

Bild 1. Dieses Programm kann dank der Anwendung von String-Befehlen eine nahezu beliebig lange Binärzahl ausgeben

```
LIST

 10 REM BINAER-DEZIMAL-UMWANDLUNG
 20 REM VON HERWIG FEICHTINGER
 30 INPUT"BINAERZAHL=";B$
 40 A=1:C=0
 50 FORI=LEN(B$)TO1STEP-1
 60 IFMID$(B$,I,1)="1"THENC=C+A
 70 A=A+A:NEXT
 80 PRINT"DEZIMAL:";C:GOTO30
RUN
BINAERZAHL=? 10000000000
DEZIMAL: 1024
BINAERZAHL=? 1100010111
DEZIMAL: 791
BINAERZAHL=? 1
DEZIMAL: 1
BINAERZAHL=?
```

Bild 2. Bei der Binär-Dezimal-Umwandlung ist die Länge der Binärzahl nur durch die Länge des Computer-Eingangs-Puffers begrenzt

Kassetten-Interface

Zum Aufzeichnen digitaler Zeichen auf Magnetband sind mehrere Verfahren möglich. Die höchste Störsicherheit dürfte bei Verwendung eines FM-Modems (Modulator-Demodulator) erreicht werden. Der Nachteil hierbei ist nicht nur der relativ hohe Schaltungsaufwand, sondern auch die durch das Modulationsverfahren bedingte kleine Datenaufzeichnungsrate.

Bei dem in *Bild 1* verwendeten Prinzip wird für jedes aufzuzeichnende Bit nur ein Nf-Schwingungszug benötigt, so daß die Anzahl der speicherbaren Bits je Sekunde nur durch die Grenzfrequenz des verwendeten Recorders bestimmt wird.

Zur Aufzeichnung wird für jedes Bit eines Zeichens eine Rechteckschwingung, bestehend aus positiver und negativer Halbwelle, erzeugt. Das Monoflop Q1 wird mit der negativen Flanke eines Bits getriggert und schwingt selbsttätig weiter, solange der Eingangspegel L bleibt. Bei mehreren aufeinander folgenden L-Bits wird also eine fortlaufende NF-Schwingung erzeugt. Um Fehltriggerungen bei kleinen Schwankungen der Kippzeit von Q1 zu vermeiden, erfolgt die Triggerung leicht verzögert gegenüber dem Eingangssignal. Mit den Flipflops Q2 und Q3 wird die Frequenz von Q1 halbiert, wobei Q2 die positiven und Q3 die negativen Halbwellen der Rechteckschwingung am Ausgang erzeugt (*Bild 2*).

Die Zeichenpolarität, bei der Nf-Impulse abgegeben werden, läßt sich durch Umlegen von zwei Brücken im Aufnahme- und Wiedergabeteil umkehren. Im dargestellten Impulsdiagramm wurde als Beispiel das Zeichen für „Space" (hexadezimal 20) im CCITT-Code Nr. 5 gewählt. Es können natürlich auch beliebige andere Codes mit serieller Ausgabe verwendet werden.

Zum Abgleich ist ein Zeichen zu verwenden, in dem sowohl ein einzelnes wie auch eine möglichst lange Reihe direkt aufeinander folgender Bits vorkommen:

Aufnahme:

1. TP 1 auf Masse legen
2. t 2 mit R 1 auf halbe Zeitdauer von t 1 einstellen (Grobabgleich)
3. Masse an TP 1 entfernen
4. t 4 mit R 1 auf gleiche Länge wie t 3 einstellen (Feinabgleich)

Wiedergabe:

1. Mit P 3 Empfindlichkeit so einstellen, daß am Collektor von T 1 saubere Impulse erscheinen
2. Impulslänge t 5 mit R 2 auf gleiche Länge wie t 1 einstellen

Die angegebenen Werte für die Zeitkonstanten der Monoflops gelten für eine Übertragungsgeschwindigkeit von 600 bit/s. Dieser Wert kann natürlich wesentlich erhöht werden. Es sind dann nur die zeitbestimmenden Kondensatoren entsprechend zu verkleinern. Die Schaltung wurde längere Zeit an einer kommerziellen Datenstation getestet. Hierbei traten keine Übertragungsfehler auf. *Horst Lichtenheld*

Tips für TI-59-Benutzer

Viele Programmierkniffe des TI-59 sind nicht bekannt – vor allem, weil sie im Handbuch aus unerfindlichen Gründen verschwiegen werden.

Die Klammerregister 1...8 sind per Programm frei benutzbar. Der dazu notwendige Aufruf-Code ist 82; die Eingabe ist z.B. mit RCL 82 BST BST DEL SST möglich. Der Drucker faßt den Operationscode als „HIR" auf (HIRE: engl. f. mieten; „Mietregister"). Dabei bedeuten:

HIR 01...08 Wert in Klammerregister 1...8 laden
HIR 11...18 Wert aus Klammerregister 1...8 anzeigen
HIR 31...38 SUM in einem der Klammerregister
HIR 41...48 MULT in einem Klammerregister
HIR 51...58 SUB in einem der Klammerregister
HIR 61...68 DIV in einem Klammerregister

Ist die Anzeige nicht im EE- oder ENG-Format und liegt die Zahl zwischen $\pm 0{,}\overline{9}$, so wird bei den letzten vier Operationen die Zahl im Anzeigeregister auf die Form $a \cdot 10^{|b|}$ gebracht, d.h. das Vorzeichen des Exponenten geht dabei verloren.

Der Dsz-Befehl funktioniert entgegen den Angaben im TI-Handbuch für alle Speicher außer 40. Wie man die notwendige Registernummer hinter den Operationscode von Dsz bringt, läßt sich auf tausend Arten lösen – Nachdenken lohnt hier.

Der Befehl „31" bewirkt auch im Programm das Umschalten auf den Programmeingabe-Modus (LRN).

Jens Haase

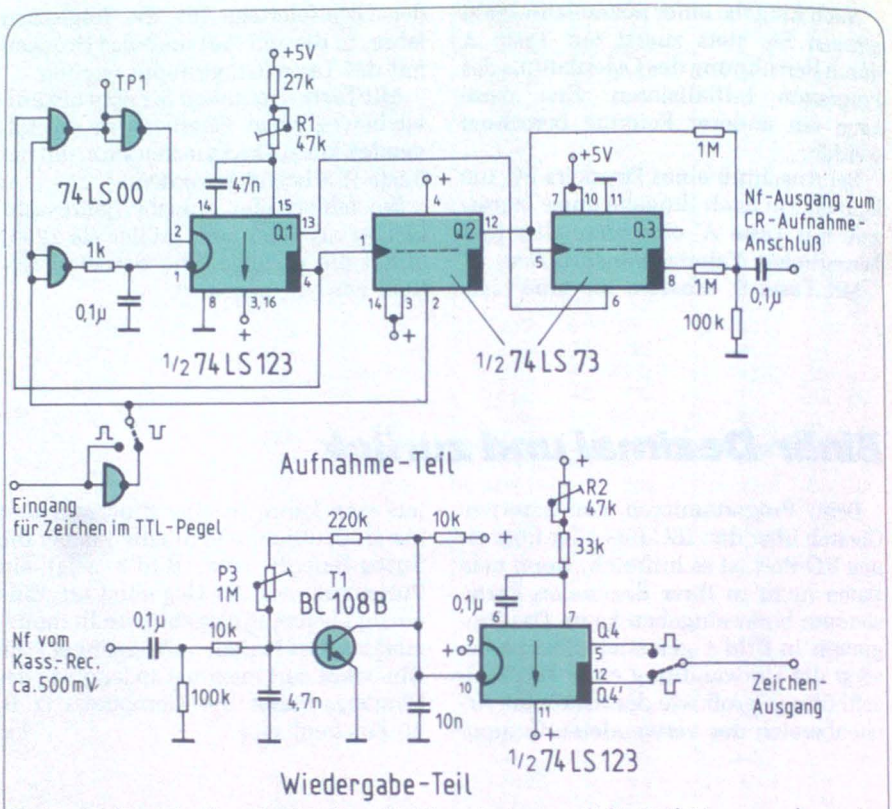


Bild 1. Schaltung des Kassetten-Interface. Die Dimensionierung gilt für 600 bit/s, was auch von einfachsten Kassettenrecordern noch ohne weiteres verkraftet wird

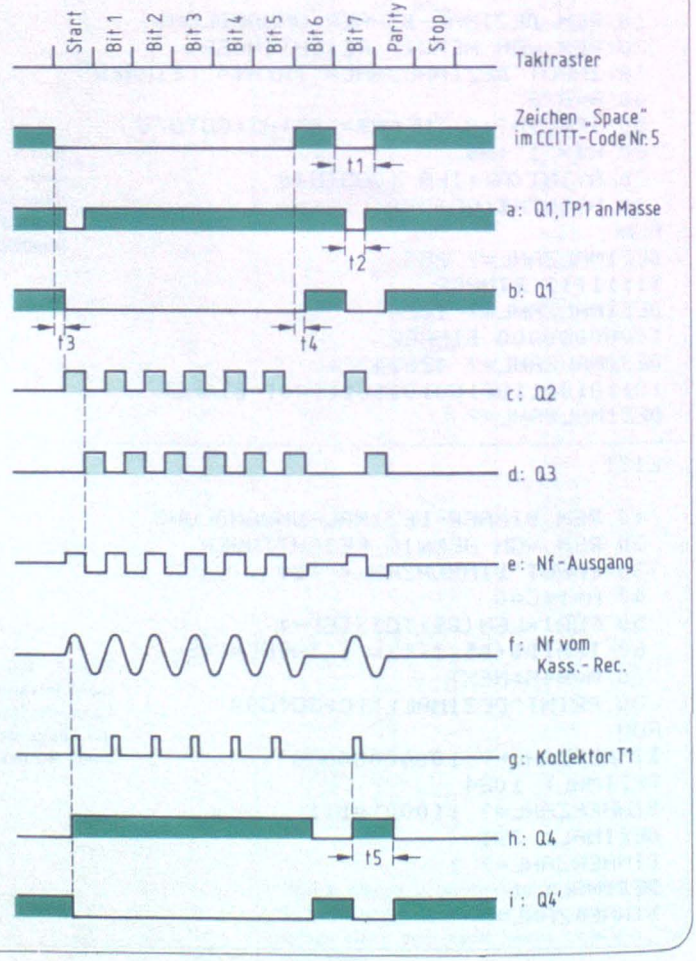


Bild 2. Impulsdiagramm für Aufnahme- und Wiedergabeteil des Modems. Der Kassettenrecorder macht aus den ursprünglich rechteckförmigen Impulsen nahezu einen Sinus

µC-Nachrichten

Die Taufkirchener Firma Schumpich hat die Vertretung für einen 6502-Mikrocomputer übernommen. Er besteht aus zwei Europakarten und ist als Bausatz etwas preiswerter als der KIM-1. Kassettenformat und Bussystem sind allerdings nicht KIM-kompatibel, und auch das Umschreiben von KIM-Programmen auf den „Acorn" ist problematisch, da letzterer keinen Timer enthält.

□

Der Mikrocomputer AIM-65 ist von GWK (Herzogenrath) für professionelle Anwender jetzt mit beliebig langer Burn-In-Prüfdauer erhältlich. Damit können auch Langzeitfehler praktisch ausgeschlossen werden.

□

Das 16-bit-Mikroprozessor-Kursbuch zum Einplatinen-Computer **TM 990/189** von Texas Instruments liegt jetzt in **deutscher Sprache** vor. Es umfaßt etwa 460 Seiten und beschreibt leichtverständlich die Architektur und Programmierung der Prozessorfamilie 9900.

□

HPs Einstieg in den Personal-Computer-Markt mit dem in Heft 3 besprochenen HP-85 ist nicht das letzte Wort des Herstellers. Für Ende des Jahres erwartet man einen **HP-86**, der allerdings auch nicht gerade preiswerter sein soll.

Ralph Tünker

RLC-Netzwerkberechnung mit dem TI-59

Das nachfolgende Programm läuft auf den programmierbaren Taschenrechnern TI-58 und TI-59. Es gestattet die Berechnung des Real- und Imaginärteils der Impedanz eines RLC-Netzwerks.

Bild 1 zeigt das vollständige Programmlisting. Bevor die Werte über die Labels A...D eingegeben werden, muß mit 2nd CMS sichergestellt werden, daß die Speicher 1...15 gelöscht sind. Nach Betätigung des Labels E erscheint der Realteil in der Anzeige. Der Imaginärteil steht im t-Register.

Die richtige Reihenfolge für die Eingabe über die Label bestimmt das zu berechnende Netzwerk. Es können beliebig viele Glieder berechnet werden. Die Berechnungen sind abhängig von der Frequenz; Aus diesem Grund muß sie immer zuerst eingegeben werden. Bei Parallelschaltung eines Gliedes kann die Verarbeitung bis zu 15 Sekunden andauern. Der Programmzeiger befindet sich dann im Standard-Software-Modul des TI-58/59.

Label A Wirkwiderstand in Reihenschaltung [Ω]
Label A' Wirkwiderstand in Parallelschaltung [Ω]
Label B Spule in Reihenschaltung [Hy]
Label B' Spule in Parallelschaltung [Hy]
Label C Kondensator in Reihenschaltung [F]
Label C' Kondensator in Parallelschaltung [F]
Label D Frequenz [Hz]
Label E Ergebnis: Realteil und Imaginärteil [Ω]

Die Datenspeicher 00–05 und 10–15 sind belegt.

```
000  76 LBL   023  94 +/-   046  86 STF   069  42 STO   092  05  05   115  05  05
001  11  A    024  44 SUM   047  01  01   070  13  13   093  15  E    116  11  A
002  44 SUM   025  11  11   048  61 GTO   071  25 CLR   094  42 STO   117  36 PGM
003  10  10   026  25 CLR   049  00  00   072  92 RTN   095  14  14   118  05  05
004  25 CLR   027  92 RTN   050  81  81   073  76 LBL   096  32 X:T   119  15  E
005  92 RTN   028  76 LBL   051  76 LBL   074  15  E    097  42 STO   120  42 STO
006  76 LBL   029  16 A'    052  18 C'    075  43 RCL   098  15  15   121  10  10
007  12  B    030  35 1/X   053  65  ×    076  11  11   099  43 RCL   122  32 X:T
008  65  ×    031  42 STO   054  43 RCL   077  32 X:T   100  12  12   123  42 STO
009  43 RCL   032  12  12   055  13  13   078  43 RCL   101  87 IFF   124  11  11
010  13  13   033  61 GTO   056  95  =    079  10  10   102  01  01   125  25 CLR
011  95  =    034  00  00   057  42 STO   080  92 RTN   103  01  01   126  92 RTN
012  44 SUM   035  81  81   058  12  12   081  43 RCL   104  27  27   127  44 SUM
013  11  11   036  76 LBL   059  61 GTO   082  10  10   105  44 SUM   128  15  15
014  25 CLR   037  17 B'    060  00  00   083  36 PGM   106  14  14   129  22 INV
015  92 RTN   038  65  ×    061  46  46   084  05  05   107  43 RCL   130  86 STF
016  76 LBL   039  43 RCL   062  76 LBL   085  11  A    108  14  14   131  01  01
017  13  C    040  13  13   063  14  D    086  43 RCL   109  36 PGM   132  61 GTO
018  65  ×    041  95  =    064  65  ×    087  11  11   110  05  05   133  01  01
019  43 RCL   042  35 1/X   065  02  2    088  36 PGM   111  11  A    134  07  07
020  13  13   043  94 +/-   066  65  ×    089  05  05   112  43 RCL   135  00  0
021  95  =    044  42 STO   067  89  π    090  11  A    113  15  15
022  35 1/X   045  12  12   068  95  =    091  36 PGM   114  36 PGM
```

Bild 1. Gesamtauflistung des RLC-Programms

Beispiel 1 (Bild 2)

Zuerst wird die Reihenschaltung von R, L und C berechnet. Anschließend der Parallelkondensator, weil dieser der Reihenschaltung parallel liegt.

Eingabe	Label	Anzeige	Bemerkung
CMs			Speicher löschen
80 x 10^3	D	0	Frequenz
50	A	0	R – Reihe
80 x 10^6 +/–	B	0	L – Reihe
12,5 x 10^9 +/–	C	0	C – Reihe
5 x 10^9 +/–	C'	0	C – Parallel
	E	29,35953663	Realteil
	X ≷ T	–94,40962144	Imaginärteil

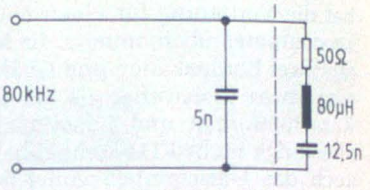


Bild 2. Netzwerk im Rechenbeispiel 1

Beispiel 2 (Bild 3)

Eingabe	Label	Anzeige	Bemerkung
CMs			Speicher löschen
50	D	0	Frequenz
100	A	0	R – Reihe
20 x 10^6 +/–	C	0	C – Reihe
0,5	B'	0	L – Parallel
	E	246,6338869	Realteil
	X ≷ T	162,1980514	Imaginärteil

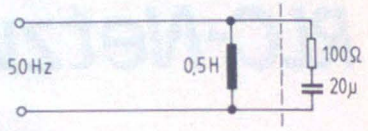


Bild 3. Netzwerk im Rechenbeispiel 2

Beispiel 7 (Bild 4)

Eingabe	Label	Anzeige	Bemerkung
CMs			Speicher löschen
50	D	0	Frequenz
0,5	B	0	L – Reihe
120	A	0	R – Reihe
20 x 10^6 +/–	C'	0	C – Parallel
50	A	0	R – Reihe
	E	261,0226842	Realteil
	X ≷ T	–155,5054633	Imaginärteil

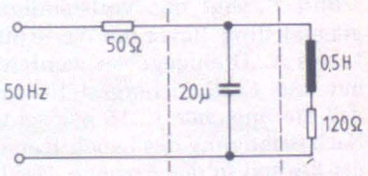


Bild 4. Netzwerk im Rechenbeispiel 3

Primfaktor-Zerlegung mit dem TI-59

Dieses Programm ist sehr nützlich, wenn man in der Digitaltechnik zum Beispiel verschiedene Taktzeiten aus einem Mutteroszillator erzeugen soll, oder einfach aus einer Kiste Quarze den passenden heraussuchen will, aus dem man möglichst einfach herunterteilen kann.

Das Programm ist universell mit und ohne Drucker zu verwenden. Mit Drukker ergibt sich nebenstehender Ausdruck, ohne Drucker werden die Primzahlen nacheinander im Pause-Mode angezeigt. Die letzte Zahl bleibt in der Anzeige stehen.

Das Programm ist sehr benutzerfreundlich aufgebaut, d.h. keine Vorbereitungstasten sind zu drücken. Die zu zerlegende Frequenz wird einfach nach Label A eingegeben, schon läuft alles ab.

Zur Auswertung: Paarweises Vorhandensein von 2en und 5en teilt man mit 10er-Zählern, weitere 2er mit 16er-Zählern, für die übrigen Primzahlen muß man die Zähler entsprechend setzen.

Dipl.-Ing. Fred-H. Heller

```
600600.
     2.
     2.
     2.
     3.
     5.
     5.
     7.
    11.
    13.      ENDE
```

```
000  76 LBL
001  11  A
002  98 ADV
003  99 PRT
004  42 STO
005  01  01
006  02  2
007  42 STO
008  00  00
009  43 RCL
010  01  01
011  76 LBL
012  33 X²
013  55  ÷
014  43 RCL
015  00  00
016  95  =
017  42 STO
018  03  03
019  75  -
020  01  1
021  95  =
022  67  EQ
023  34 Γx
024  22 INV
025  59 INT
026  67  EQ
027  53  (
028  43 RCL
029  01  01
030  42 STO
031  03  03
032  76 LBL
033  54  )
034  69 DP
035  20  20
036  43 RCL
037  03  03
038  61 GTO
039  33 X²
040  76 LBL
041  34 Γx
042  01  1
043  07  7
044  03  3
045  01  1
046  01  1
047  06  6
048  01  1
049  07  7
050  69 DP
051  04  04
052  43 RCL
053  00  00
054  69 DP
055  06  06
056  91 R/S
057  76 LBL
058  53  (
059  43 RCL
060  00  00
061  66 PAU
062  99 PRT
063  43 RCL
064  03  03
065  42 STO
066  01  01
067  69 DP
068  30  30
069  61 GTO
070  54  )
```

TI-58/59-Programm zur Zerlegung einer Zahl in ihre Primfaktoren. Links ist ein Rechenbeispiel zu sehen

Der Nanocomputer: Ein Lehrsystem für Profis

Viele Einkartencomputer werden heute als Lehrsysteme angepriesen. Oft übersehen die Hersteller aber, daß dazu nicht nur geeignete Hardware und Software nötig sind, sondern eine dritte Komponente hinzukommen muß: ausführliche, didaktisch gut aufgebaute Unterlagen. Der von der Firma SGS-Ates angebotene Nanocomputer ist eine der wenigen löblichen Ausnahmen.

Hardware

Den Nanocomputer gibt es in verschiedenen Ausführungen. Grundeinheit ist immer die CPU-Platine mit dem Mikroprozessor Z80 (2,5 MHz), 4 KByte RAM (auf 16 KByte erweiterbar), EPROM/ROM-Fassungen für maximal 8 KByte und zwei parallelen Ein/Ausgabe-Bausteinen (PIOs). Zwei ROMs enthalten normalerweise das Monitorprogramm, und mit einem der PIOs werden Tastatur/Anzeige und serielle Schnittstelle (Kassette, Terminal) betrieben. Zusammen mit einer taschenrechnerähnlichen Ein/Ausgabe-Einheit kostet diese Ausführung 948 DM + MwSt. Etwas mehr, nämlich 1642 DM + MwSt., muß man berappen, wenn man das ganze mit Versuchssteckfeld und Netzteil in einem Gehäuse haben will (Bild 1). Ein stolzer Preis, wenn man bedenkt, daß ähnliche Systeme für gleiches Geld schon mit Videointerface zu haben sind.

Hier muß man allerdings das im Preis enthaltene Lehrmaterial berücksichtigen: Auch das kostet Geld, daran wird man sich gewöhnen müssen – besonders, wenn Qualität geboten wird. Zudem ist der mechanische Aufbau (Steckverbindungen, Leiterplatten usw.) durchaus „industriell", und einer späteren Verwendung der CPU-Karte für andere Zwecke steht nichts im Wege.

Die Leiterplatte, auf der das Steckfeld untergebracht ist, enthält drei 40polige IS-Fassungen, an denen sämtliche Bussignale und die PIO-Anschlüsse anliegen. Beim Experimentieren führt man die entsprechenden Signale einfach über Drahtbrücken zum Steckfeld. Als besonders nützlich erweisen sich teildecodierte Adressen, durch die der Adressierungsaufwand bei den Versuchsschaltungen gering bleibt.

Will man den Zustand der Ausgangsleitungen überprüfen oder Signale per Hand eingeben, dann verwendet man hierzu die acht LED-Indikatoren oder die zehn Eingabeschalter, die ebenfalls an einer der IS-Fassungen angeschlossen sind.

Hilfreich für den Lernenden ist die Beschriftung auf der Plexiglasabdekkung. Sie kennzeichnet über der CPU-Karte die verschiedenen Funktionsblöcke und über der Steckfeld-Karte die Signale, die an den IS-Fassungen zugänglich sind.

Bedienung

Grundsätzlich ist der Nanocomputer zum Erlernen der Maschinensprache

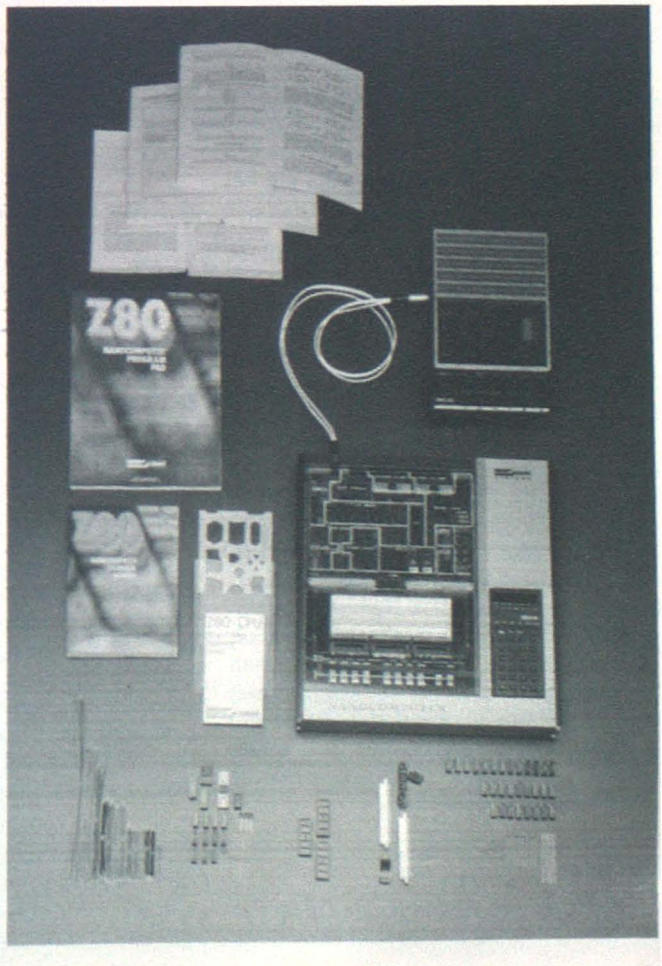


Bild 1. Der Nanocomputer kann ansteckfertig im Gehäuse bezogen werden. Umfangreiche Literatur und ein Drahtsortiment sind bei dieser Version im Preis inbegriffen. Zur Durchführung der Interface-Versuche benötigt der Benutzer noch einige Standard-TTL-Bausteine

geeignet. Als Ein/Ausgabe-Einheit dient ein taschenrechnerähnliches Terminal mit Hexadezimal- und Funktionstasten (*Bild 2*). Neben einem achtstelligen Siebensegment-Display (Daten, Adressen) sind 14 LEDS vorhanden, die über den augenblicklichen Betriebszustand Auskunft geben. Elf von ihnen zeigen an, ob auf dem Display der Inhalt einer Speicherzelle, eines E/A-Ports oder eines internen Registers abgelesen und verändert werden kann. Das Gewünschte wählt der Benutzer aus, indem er mit den Tasten „→" oder „←" diese LEDs der Reihe nach „durchtastet". Die mit ARS bezeichnete Leuchtdiode ist der entsprechenden Taste zugeordnet und zeigt an, ob die Daten im Display aus dem „alternativen Registersatz" (AF' usw.) stammen. Bei einer falschen Eingabe leuchtet die LED „ERR" auf.

Die Funktionstasten spiegeln direkt die Möglichkeiten des Monitors wider: ST, LA, INC und 2ND werden für die üblichen Operationen wie „Speicherzelle anzeigen und verändern", „Register anzeigen und laden" usw. benötigt. DP und LD steuern die Datenübertragung vom und zum Kassettenrecorder (Baudrate programmierbar: 110, 300, 600 Bd). Mit GO startet man ein Programm beim gegenwärtigen Programmzählerstand. BREAK und RESET führen aus jeder Betriebsart in den Monitor zurück. Der Unterschied besteht darin, daß bei RESET alte Registerinhalte zerstört werden, während sie bei BREAK erhalten bleiben.

Es verbleiben die Tasten BRK und SS, die sogenannte Breakpoints und den Einzelschrittbetrieb zulassen. Beides sind wichtige Testhilfsmittel, die in keinem Computer, der für die Programmierung in Maschinensprache vorgesehen ist, mehr fehlen sollten. Für einen seriellen Datenverkehr mit TTY, Drucker, Terminal usw. ist der Monitor ebenfalls ausgelegt. Da ein spezieller UART-Baustein fehlt, sorgt die Software für die Formatumwandlung und benutzt einen der PIOs als Port. Der Nanocomputer kann dadurch dennoch nicht von einem Terminal aus betrieben werden. Will man diese Möglichkeit schaffen, kann man bei der Firma ein anderes Monitorprogramm und einen UART, für den die Verdrahtung bereits vorgesehen ist, bestellen.

Bücher

Das mitgelieferte Lehrmaterial ist der Bestandteil des Systems, der es von anderen unterscheidet und der den relativ hohen Preis rechtfertigt. Es besteht im Fall des größeren Systems aus zwei Büchern in deutscher Sprache: Das eine gibt eine Einführung in die Programmierung auf Maschinenebene, das andere befaßt sich überwiegend mit dem Anschluß externer Schaltungen. Beide gehen nach demselben Rezept vor: Lernen durch Beispiele. Dabei wird vor jedem Versuch das Ziel kurz erklärt. Es folgen – Schritt für Schritt – genaue Angaben, welche Tasten der Benutzer zu betätigen hat und welche Auswirkungen zu erwarten sind. Anhand von Kontrollfragen kann man den erreichten Wissensstand überprüfen.

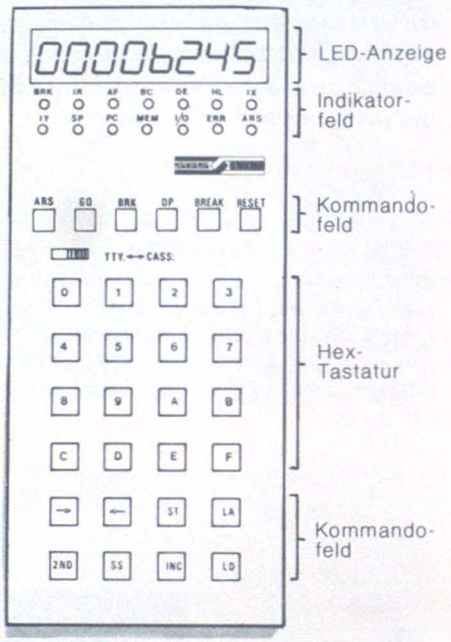


Bild 2. Tastatur- und Anzeigefeld des Nanocomputers

Überspitzt ausgedrückt hält diese Methode, was andere versprechen: Man kann tatsächlich ohne spezielles Vorwissen mit dem Programmieren beginnen. Über eines sollte man sich allerdings nicht hinwegtäuschen: Auch dieser Weg ist beschwerlich – man braucht eine ganze Menge Geduld, wenn man erfolgreich sein will. Die Bücher sind nämlich so aufgebaut, daß man sie nur systematisch von vorne nach hinten durcharbeiten sollte. Einfach mal herumspielen ist ziemlich hoffnungslos.

Man braucht also viel Zeit, wenn man die Vorzüge des Nanocomputers nutzen will. Auch wenn man schon Fachmann ist, muß man Geduld haben, weil bei den Unterlagen eine kurze, übersichtliche Systemdarstellung fehlt.

Dies ist aber der einzige Nachteil im Hinblick auf die Unterlagen. Dem steht eine ganze Reihe angenehmer Seiten gegenüber, z. B. ein komplettes Monitor-Listing mit ausführlichen Kommentaren und die Beschreibung der Unterprogramme, die man auf Wunsch kostenlos erhält.

Die beiden Bücher besitzen noch eine bemerkenswerte Eigenschaft, die nicht selbstverständlich ist. Obwohl sie bei Null beginnen, lassen sie den Leser nicht mit prinzipiellem Wissen zurück, sondern erklären haarklein, wie die Dinge tatsächlich vor sich gehen. Dies gilt vor allem für die wichtigen Interface-Probleme. Der angesprochene Interessentenkreis erweitert sich dadurch um die Entwickler in der Praxis, die eben konkrete Probleme haben und sich nicht mit vereinfachten Darstellungen zufriedengeben können.

Damit für das Eintippen der Software nicht zu viel Zeit verlorengeht, kann man zwei EPROMs mit den Versuchsprogrammen nachrüsten, die man ins RAM übertragen und verändern kann.

Erweiterungsmöglichkeiten

Der Nanocomputer läßt sich auf zwei verschiedene Arten erweitern: zum BASIC-Computer und zum Entwicklungssystem. Im ersten Fall tauscht man das Monitorprogramm gegen den Interpreter aus, schließt ASCII-Tastatur und Videokarte an (beides ist von SGS-ATES erhältlich) und braucht dann nur noch ein Fernsehgerät als Ausgabeeinheit. Das Ergebnis ist mit Maschinen wie PET oder TRS-80 vergleichbar. Auch hierzu gibt es ein Lehrbuch, das ähnlich gut wie die erwähnten Bücher sein soll.

Im zweiten Fall tauscht man den Monitor gegen einen anderen aus, der – wie schon angeschnitten – für TTY-Betrieb ausgelegt ist. Zusätzlich steckt man EPROMs mit dem Editor-Assembler in die Fassungen und setzt den dafür nötigen UART ein. Die CPU-Karte kann jetzt mit einem Terminal betrieben werden. Zusammen mit weiteren Karten (Speicher, E/A-Einheiten, Floppy-Disk-Ansteuerung usw.), die man in einem Baugruppenträger unterbringt, kann man ein System zusammenstellen, das in keiner Weise eingeschränkt ist.

Rudolf Hofer

Jörg und Werner Steinke

Zündungs-Einstellgerät mit Schließwinkelwächter

Das erwachte Energiebewußtsein hat bereits mehrere Geräte auf den Markt gebracht, die beim Bestreben, Kraftwagen wirtschaftlich zu fahren, Hilfestellung geben. Etwas vernachlässigt wurde bisher die Kontrolle des Schließwinkels und des Zündzeitpunktes, obwohl deren richtige Einstellungen nicht nur wesentlich zur Benzinersparnis, sondern auch zur Verlängerung der Motorlebensdauer beitragen.

Die Schaltung

Der Schließwinkel des Unterbrecherkontaktes besitzt einen für jeden Motortyp charakteristischen Wert und ist innerhalb enger Grenzen einzuhalten. Zu seinem Soll-Ist-Vergleich bietet sich der „Fensterdiskriminator" TCA 965 von Siemens an. Er ermöglicht auf einfache Weise die Anzeigen „innerhalb" und „außerhalb", sowie „zu groß" und „zu klein" gegenüber einem (hier der zulässigen Schließwinkeltoleranz analogen) Spannungsbereich. Die Aufgabe, diese Spannung zur Verfügung zu stellen, ist im Prinzip durch Bilden des Spannungs-Mittelwertes der vom Unterbrecherkontakt abgenommenen Impulse leicht zu lösen. Um exakte Werte zu erhalten, ist jedoch ein Aufbereiten der mit Schwingungserscheinungen und Überspannungen behafteten Impulse durch Siebung, Spannungsbegrenzung und Triggerung erforderlich.

Um beim Einstellen des Schließwinkels möglichst genau die Mitte des zulässigen Toleranzbereiches zu treffen, ist die Breite des „Fensters" hierbei einzuengen, was durch Verringern der betreffenden Vergleichsspannung erreicht werden kann. Bei exakt eingestelltem Schließwinkel sind die beiden Anzeigen „zu groß" und „zu klein" dunkel. Für die laufende Beobachtung eignen sich daher die Anzeigen „Innerhalb" und „Außerhalb" besser. Sie sollten daher im Sichtbereich des Fahrers angeordnet werden. Es sind allerdings nur im Bereich niedriger Drehzahlen auswertbare Ergebnisse zu erwarten. Daher wurde nur eine grüne Leuchtdiode für das Kriterium „Innerhalb" vorgesehen. Die zusätzliche Anzeige „Außerhalb" würde durch Ansprechen im hohen Drehzahlbereich unnötige Unruhe im Sichtfeld des Fahrers erzeugen.

Zum Einstellen des Zündzeitpunktes wird die Motorwelle von Hand durchgedreht. Beim Öffnen des Unterbrechers schlägt die Anzeige „zu groß" in „zu klein" um, da der geschlossene Kontakt vom Gerät als 100 % und der offene Kontakt als 0 % Schließwinkel gewertet wird.

Erzeugen der schließwinkelanalogen Spannung

Die zur Steuerung des Gerätes erforderlichen Impulse werden am Anschluß des Unterbrecherkontaktes (Punkt 1 der Autoelektrik) abgenommen, durch RC-Kombinationen geglättet und mit der Z-Diode D1 auf den TTL-Ansteuerungswert von ca. 3 V reduziert. R8 legt das Signal „L" bei geschlossenem Unterbrecher an IC1, da R7 hierfür wegen der durch die Zündspuleninduktivität hervorgerufenen hohen Spitzenspannungen zu groß gewählt werden muß. Die exakte Impulsformung übernimmt der Schmitt-Trigger IC1. Da bei geschlossenem Unterbrecherkontakt an seinem Eingang das Signal „L" liegt, stehen an seinem invertierenden Ausgang „H"-Impulse zur

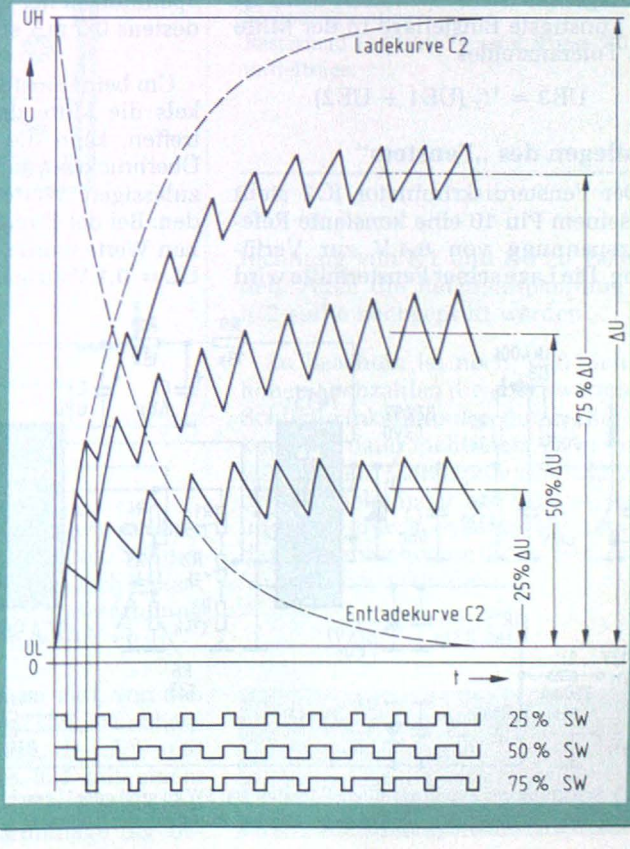


Bild 1. Einpendeln der schließwinkelanalogen Spannungen an C2

Verfügung, deren Länge dem Schließwinkel entspricht.

Der für die Ansteuerung des Fensterdiskriminators IC2 erforderliche, dem Schließwinkel analoge Spannungs-Mittelwert wird durch die Integrationskette R9, C2, R10, C3 erzeugt. C2 dient hierbei als Ladekondensator, der bei „H"-Signal am IC1-Ausgang aufgeladen und nach dem Wechsel auf „L"-Signal wieder entladen wird. Je länger der Auflade- und je kürzer der Entladevorgang, d. h. je größer der Schließwinkel SW ist, um so größer wird die resultierende Spannung an C2. *Bild 1* veranschaulicht diese Vorgänge, ausgehend von den Lade- und Entladekennlinien des C2. Da diese Spannung noch eine starke Welligkeit besitzt, die in den Grenzlagen des „Fensters" zum Flakkern der Anzeige führen würde, sind zur Spannungsglättung R10 und C3 nachgeschaltet.

Bei 100% Schließwinkel stellt sich nun an C3 die Spannung UH, bei 0% die Spannung UL ein. Die dazwischenliegende Kurve ist, wie auch aus Bild 1 hervorgeht, unabhängig von der Motordrehzahl theoretisch linear, so daß die einem beliebigen Schließwinkel a zugeordnete Spannung UE ermittelt ist nach der Formel

$$UE = a\,(UH - UL) + UL.$$

Entsprechen die Spannungen UE1 der unteren und UE2 der oberen Toleranzlage des Schließwinkels, dann ist die günstigste Einstellage in der Mitte des Toleranzfeldes

$$UE3 = {}^1/_2\,(UE1 + UE2)$$

Festlegen des „Fensters"

Der Fensterdiskriminator IC2 stellt an seinem Pin 10 eine konstante Referenzspannung von 6,4 V zur Verfügung. Die Lage seiner Fenstermitte wird durch die an Pin 8 angelegte Spannung bestimmt, die in diesem Fall also mit UE3 identisch sein muß und durch Teilen der Referenzspannung erzeugt wird. Zum Errechnen von R1 und R3 gelten somit die Formeln

$$UE3 = U8 = 6{,}4\,\frac{R3}{R1 + R3}$$

und

$$R1 + R3 \approx 10\ k\Omega.$$

Bei der Schaltung gemäß *Bild 2* ist das Potentiometer R2 eingefügt, mit dem eine Eichung zwischen 50% und 64% Schließwinkel ermöglicht wird.

Ähnlich ist der Vorgang beim Festlegen der halben Fensterbreite, die durch die an Pin 9 angelegte Spannung bestimmt wird. Sie errechnet sich nach

$$UF = U9 = {}^1/_2\,(UE2 - UE1)$$

und wird durch den Spannungsteiler R4, (R5 + R6) erzeugt. Für seine Berechnung gilt

$$U9 = 6{,}4 \cdot \frac{R5 + R6}{R4 + R5 + R6}$$

und

$$R4 + R5 + R6 = 5...10\ k\Omega.$$

Die Grenzwerte der Spannungsteiler-Widerstände ergeben sich einerseits aus der maximalen Belastung der Referenzspannung mit 10 mA und andererseits aus der nicht vernachlässigbaren Stromaufnahme durch Pin 9, der einen Spannungsteiler-Querstrom von mindestens 0,5 mA erforderlich macht.

Um beim Einstellen des Schließwinkels die Mitte des Toleranzfeldes zu treffen, kann die Fensterbreite durch Überbrücken von R6 auf ca. 20% des zulässigen Wertes herabgesetzt werden. Bei der Errechnung der angegebenen Werte wurde von UH = 3,9 V und UL = 0,1 V ausgegangen.

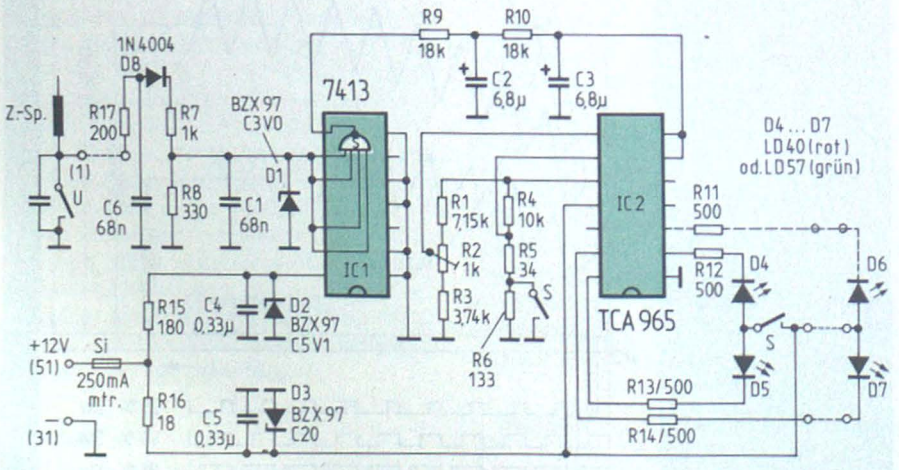


Bild 2. Schaltung des Zündungs-Einstellgerätes. D4: SW zu groß oder U geschlossen; D5: SW zu klein oder U offen; D6: SW außerhalb der Toleranz; D7: SW innerhalb der Toleranz

Die LED-Anzeigen

Die Ausgänge des IC2 an den Pins 2, 3, 13 und 14 können mit je 50 mA belastet werden. Erfahrungsgemäß liefert jedoch ein LED-Strom von 20 mA genügend Helligkeit. Da die Summe der Spannungsabfälle an einer Leuchtdiode und am zugeordneten Weg im IC2 ca. 2 V beträgt, ist bei 12 V Betriebsspannung ein Spannungsabfall von 10 V an jedem der Vorwiderstände einzusetzen.

Die für Justierarbeiten erforderlichen und deshalb in der Nähe des Verteilergehäuses angeordneten D4 und D5 werden im Bedarfsfall mit dem Schalter S angeschaltet, mit dem auch gleichzeitig die Einengung der Fensterbreite vorgenommen wird. Durch D4 und D5 wird also umgekehrt auch die Schalterstellung „Einstellen" signalisiert.

Die Stromversorgung

Der TTL-Baustein benötigt eine Versorgungsspannung von 5 V, die durch R15 und die Z-Diode D2 bereitgestellt wird. Der Fensterdiskriminator IC2 besitzt einen großen Betriebsspannungsbereich bis max. 27 V und eine integrierte Referenzspannungserzeugung. Die Kombination R16, D3 stellt daher lediglich eine Schutzeinrichtung gegen Spannungsspitzen im Bordnetz dar. Der Anschluß des Gerätes erfolgt über eine Feinsicherung, nach dem Zündschloß, an Punkt 51 der Bordelektrik.

Aufbau und Eichung

Das Gerät kann in einem dichten Gehäuse im Motorraum so untergebracht werden, daß es einerseits gegen die Motorwärme möglichst geschützt ist und andererseits die Leuchtdioden D4 und D5 beim Einstellen der Zündung gut beobachtet werden können. Letztere lassen sich bei ungünstigen Platzverhältnissen selbstverständlich auch vom Gerät trennen. D7 sollte im Fahrerraum an nicht zu auffälliger Stelle montiert werden, da ein dauerndes Beobachten während der Fahrt nicht erforderlich ist.

Der Einbau des gesamten Gerätes im Fahrerraum ist bei entsprechenden Platzverhältnissen ebenfalls denkbar, besonders wenn der Anschluß zum Unterbrecher bereits in diesem Bereich vorhanden ist, z. B. für einen Drehzahlmesser. Die Dioden D4 und D5 sind jedoch als Einstell-Indikatoren auch in diesem Fall im Motorraum am richtigen Platz.

Schließwinkel von 50...64% können bei den angegebenen Werten mit Pot R2 als Eichwerte in das Gerät übernommen

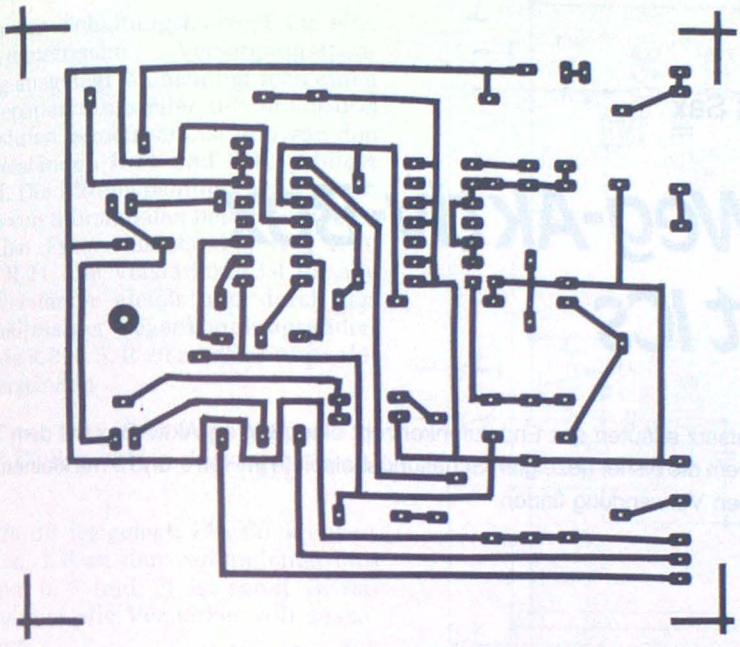


Bild 3. Layout der Platine mit dem Schalter S und den LEDs D4 und D5

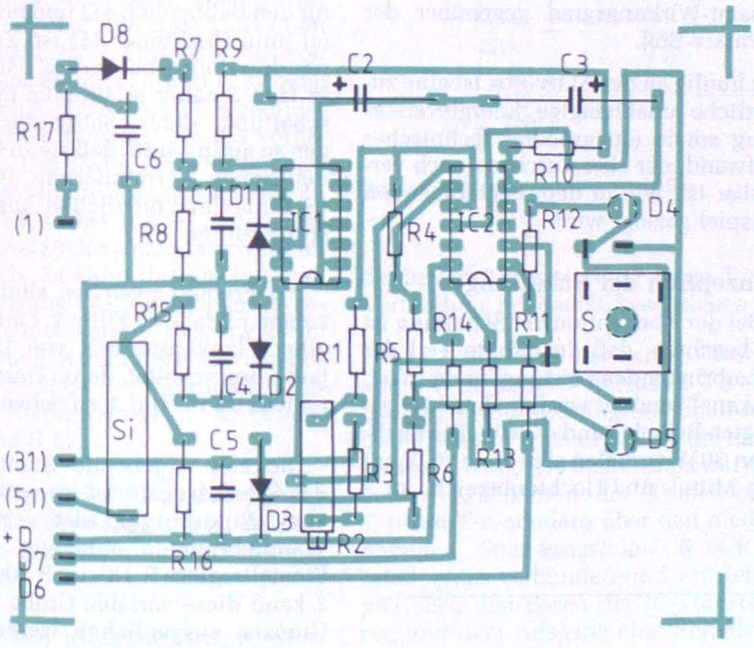


Bild 4. Bestückungsplan. Schalterknebel und LEDs befinden sich auf der Lötseite

Stückliste

Metallfilm-Widerstände
0,25 W, Typ Vitrohm EE
R1: 7,15 kΩ, R3: 3,74 kΩ, R4: 10 kΩ, R5: 34 Ω, R6: 133 Ω.
(Zur Not eignen sich auch die nächstliegenden Werte bei 5 %-Widerständen.)
Präz.-Trimmwiderstand (Metallglasur), Typ IRC 960-20
R2: 1 kΩ.

Schichtwiderstände 0,25 W
R7: 1 kΩ, R8: 330 Ω, R9...R10: 18 kΩ, R11...R14: 500 Ω, R17: 200 Ω.

Schichtwiderstände 0,5 W
R15: 180 Ω, R16: 18 Ω.

Kunststoff-Kondensatoren
Typ ERO MKT 1822 (63/40 V), C2...C3: 6,8 µF, C4...C5: 0,33 µF.
Typ ERO MKT 1822 (250/160 V), C1...C6: 0,068 µF.

Dioden
Siliziumdiode D8: 1 N 4004.
Z-Diode BZX 97
D1: C3 V0, D2: C5 V1, D3: C20.

Leuchtdioden
D4...D7: LD40 (rot) oder LD57 (grün).

ICs
IC1: 7413, IC2: TCA 965.

Miniatur-Kippschalter
S: 2 x Ein, mit Zentralbefestigung 6 mm ∅.

Sicherungshalter
Rastermaß 22,5, mit Feinsicherung 250 mA, mittelträge.

werden. Wenn kein Impulsgeber mit variablem Tastverhältnis zur Verfügung steht, empfiehlt es sich, den Schließwinkel in einer guten Werkstatt einmal präzise auf Toleranzfeld-Mitte einstellen zu lassen. Nach Schließen des Schalters S werden dann mit Hilfe von R2 die Leuchtdioden D4 und D5 zum Verlöschen gebracht. D7 signalisiert dann durch Aufleuchten „Innerhalb des Toleranzbereiches". Nach Öffnen des Schalters wird jede Überschreitung des zulässigen Bereiches, der hier mit 6 % angesetzt ist, gemeldet. Mit den angegebenen Formeln läßt sich jedoch nach Wunsch auch eine Berechnung individueller Werte durchführen.

Da die Meßergebnisse stark von den Toleranzen der D2 und des IC1 abhängen, ist es zweckmäßig, die „L"- und „H"-Spannungen des IC1 mit einem hochohmigen Voltmeter zu messen und die Ergebnisse als Grundlage der Berechnung von R1 und R6 zu verwenden. Auch die Referenzspannung des IC2 sollte nachgeprüft werden.

Zu beachten ist noch, daß sich bei hohen Drehzahlen die auszuwertenden Schließwinkelimpulse durch die Wirkung der dann nicht mehr zu vernachlässigenden Zündspulen-Induktivität, der RC-Siebglieder am Geräteeingang und/oder durch eventuelles Abheben des Unterbrecherkontaktes von seiner Steuerkurve verändern.

Stichworte zum Inhalt

Zündzeitpunkt,
Fensterdiskriminator TCA 965,
Unterbrecherkontakt

Herbert Sax

3-Weg-Aktiv-Box für 70 W mit ICs

Dieser Aufsatz erläutert das Endstufenkonzept einer 3-Weg-Aktiv-Box mit dem TDA 2030, in dem die bisher gezeigten Schaltungsbeispiele in Heft 1 und 3 mit kleinen Abwandlungen Verwendung finden.

Eigenschaften der Aktiv-Box

Als wesentliche Vorteile einer Aktiv- gegenüber einer Passiv-Box sind zu nennen:

1. Jedem Lautsprecher ist ein eigener Leistungsverstärker zugeordnet. Dies führt zu einer optimalen elektrischen Bedämpfung, was wiederum ein gutes Impulsverhalten zur Folge hat.
2. Die Aufteilung des Frequenzspektrums erfolgt bereits vor den Verstärkern durch einfache RC-Filter, die optimal ausgelegt werden können. Die sonst üblichen, unvermeidlichen Leistungsverluste an den Spulenwiderständen der passiven LC-Frequenzweichen entfallen.
3. Da auch keine Zuleitungsverluste zur Box entstehen, weil praktisch kein Steuerstrom fließt, ergibt sich insgesamt ein wesentlich verbesserter Gesamt-Wirkungsgrad gegenüber der Passiv-Box.

Nachteilig an der Aktiv-Box ist eine zusätzliche unabhängige Energieversorgung sowie ein größerer technischer Aufwand, der aber durchaus noch vertretbar ist, wie in dem nachfolgenden Beispiel gezeigt wird.

Konzeption der Schaltung

Bei der Konzeption der Schaltung ist zu beachten, daß der größte Teil der aufzubringenden Leistung für den Tieftonkanal benötigt wird. In dem hier gezeigten Beispiel sind es 40 W. Die restlichen 30 W verteilen sich zu je 15 W auf den Mittel- und Hochtonbereich.

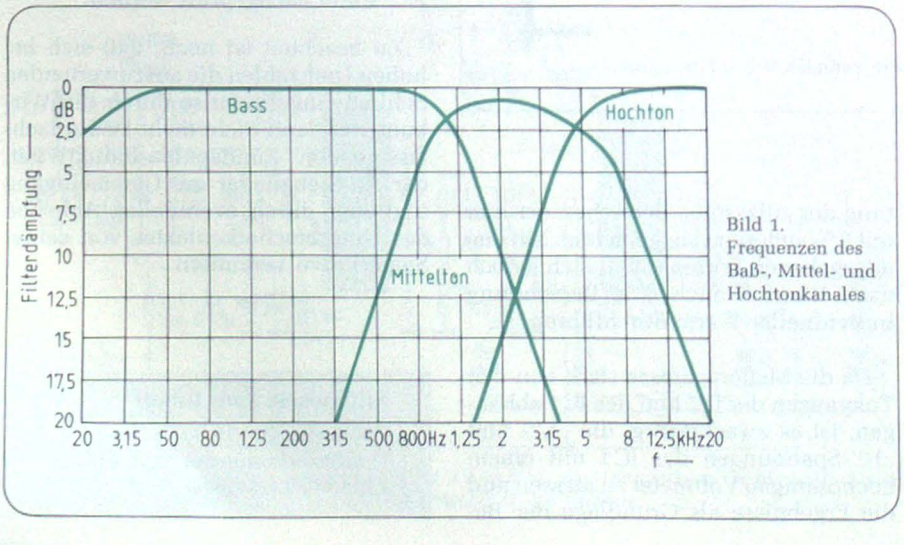


Bild 1. Frequenzen des Baß-, Mittel- und Hochtonkanales

Erzielt wird dies zum einen durch die Wahl der Lautsprecherimpedanz, die für den Baßbereich 4 Ω und für den Mittel- und Hochtöner 8 Ω ist. Zum anderen durch eine besondere Variante der in Heft 3 näher erläuterten Endstufenschaltung, deren Sättigungsspannungen so gering sind, daß sie zu keiner bedeutsamen Verminderung der theoretisch maximal möglichen Ausgangsleistung führen.

Als Frequenzweichen sind den einzelnen Endstufen Filter 2. Ordnung mit einer Flankensteilheit von 12 dB/Oktave vorgeschaltet, deren Durchlaßcharakteristik in *Bild 1* zu sehen ist.

Die sich ergebende Summenkurve des Schalldruckes ist im wesentlichen vom Wirkungsgrad der verwendeten Wandlersysteme abhängig. Mit den Einstellreglern R 18 und R 20 nach *Bild 2* kann diese variable Größe in weiten Grenzen ausgeglichen werden. Einen zusätzlichen Einfluß haben auch die Frequenzgänge der Lautsprecher sowie die Übernahmepunkte der Filter nach Bild 1. Verändert man die Filterkondensatoren verhältnisgleich, so ist auch hier eine Verschiebung möglich. Generell muß jedoch gesagt werden, daß ohne Meßmittel ein objektiv ausgewogenes Klangbild nur sehr schwer zu realisieren ist.

An dieser Stelle sei auf die im Handel erhältlichen preiswerten Oktavband-Analysatoren mit LED-Anzeige als einfaches Hilfsmittel hinzuweisen, deren Verwendung zumeist zur Einjustierung von Equalizern gedacht ist.

Funktion der Schaltung

Da das Schaltungskonzept für eine unsymmetrische Versorgungsspannung ausgelegt ist, benötigt man einen Mittenspannungsteiler, der für alle drei Endstufen gemeinsam ist und von den Widerständen R 11 und R 12 gebildet wird. Die Mittenspannung wird durch C 16 von Störsignalen befreit und führt zu den Filterwiderständen R 3, R 10 und R 21. Die Verstärkung ist für alle Endverstärker gleich und durch das Verhältnis der Gegenkopplungswiderstände R 2, R 5, R 25 zu den Fußpunktwiderständen

$$R\,17,\ R\,6,\ R\,24 = 1 + \frac{2{,}2\ \text{k}}{100\ \Omega}$$

auf 26 dB festgelegt. Ein Effektivwert von ca. 1 V an den verbundenen Eingängen 6, 7 und 11 ist somit ausreichend, um alle Verstärker voll auszusteuern.

Für den Hochtonkanal gelangt das Nf-Spektrum über den Anschluß 11 an ein Hochpaßfilter 2. Ordnung, das von den Kondensatoren C 2 und C 3 sowie den Widerständen R 3 und R 4 gebildet wird und dem Eingang des ICs vorgeschaltet ist. Um die für diese Filterart erforderliche Mitkopplung des 1. Hochpasses C 3/R 4 über R 4 zu realisieren, ist kein zusätzlicher Impedanzwandler erforderlich. Es kann das am invertierenden Eingang des ICs anliegende Signal verwendet werden, das sowohl im Pegel als auch in der Phase mit dem des Pin 1 identisch ist. Für die zudem erforderliche Niederohmigkeit sorgt der Widerstand R 17.

Dieses Prinzip der Filtermitkopplung wird, wie aus der Schaltung zu ersehen ist, ebenso im Mittelton- und Baßkanal angewendet.

Die für den Mitteltonbereich erforderliche Bandpaßcharakteristik ergibt sich durch das Hintereinanderschalten eines Hoch- und eines Tiefpasses, deren Impedanzen sorgfältig aufeinander abgestimmt sind, um eine gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden.

Näheres über die Funktion des nachgeschalteten IC-Leistungsverstärkers ist dem Heft 1 zu entnehmen.

Der Baßverstärker

Zum besseren Verständnis der Schaltungstechnik des Baßverstärkers sollte die Kenntnis des Beitrags in Heft 3 vorausgesetzt werden, in dem die Funktion

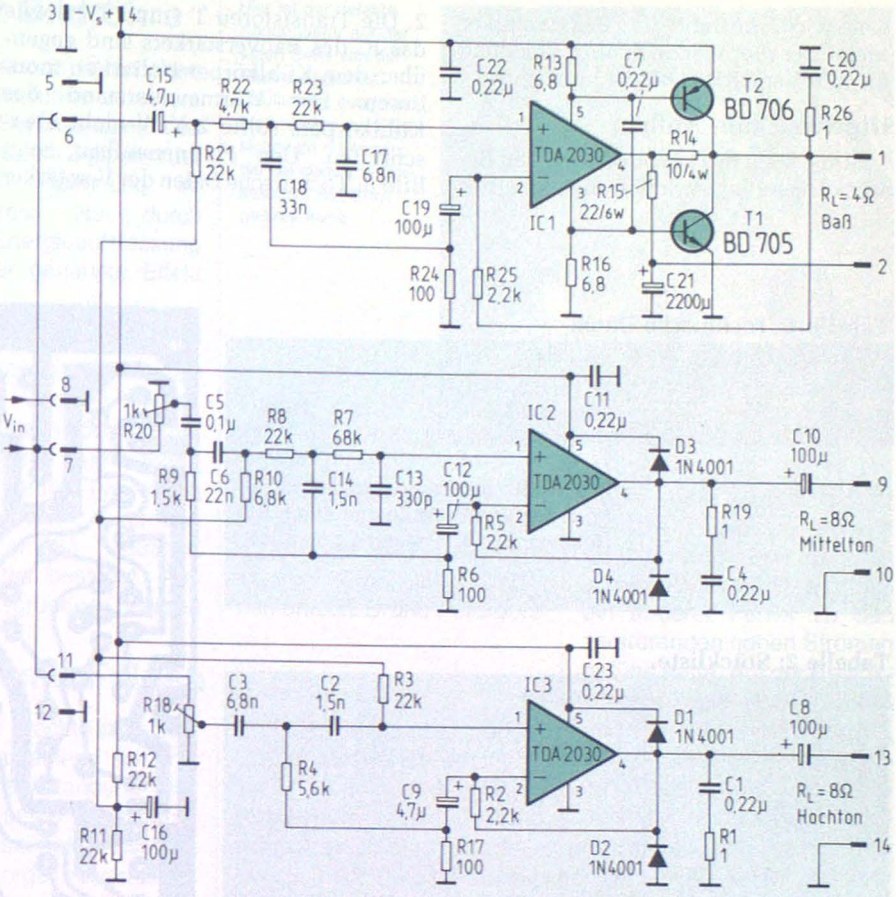


Bild 2. Schaltung der 3-Weg-Aktiv-Box

der beiden Transistoren T 1 und T 2 in Verbindung mit dem IC beschrieben ist.

Bild 3 zeigt, daß der externe Transistor T 1 mit dem IC-Transistor T 3 eine Komplementär-Darlington-Schaltung bildet, ebenso T 2 und T 4. Da die Emitter von T 3 und T 4 nicht direkt mit den beiden Kollektoren der Transistoren T 1 und T 2, sondern über den niederohmigen Spannungsteiler R 14/R 15 miteinander verbunden sind, entstehen zwischen den Basen der IC-Transistoren und dem Ausgang eine Signalverstärkung um den Faktor

$$1 + \frac{R\,14}{R\,15} \approx 1{,}5.$$

Das heißt, daß bereits bei einer Spitzen-Spitzen-Spannung von $\frac{Vs}{1{,}5}$ an den Emittern von T 3 und T 4 am Ausgang die theoretisch mögliche Grenzspannung von Uss = Vs anliegt.

Dadurch tritt die Sättigungsspannung des ICs nicht mehr in Erscheinung, und die Transistoren T 1 und T 2 können auch in den Grenzbereichen noch voll durchgesteuert werden, was eine erhebliche Steigerung des Wirkungsgrades zur Folge hat.

Da aufgrund des Spannungsteilers R 14/R 15 die Reihenfolge von Lastwiderstand und Auskoppelelko gegenüber der sonst üblichen Anordnung vertauscht ist, muß beachtet werden, daß auf der Lautsprecherleitung Mittenspannungspotential liegt. Ein Kurzschluß-Schutz, wie er beim Mittel- und Hochtonkanal durch die ICs gewährlei-

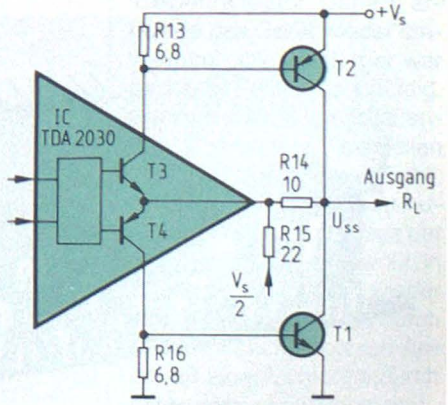


Bild 3. Prinzipschaltung der Endstufenfunktion des Baßverstärkers

stet wird, besteht im Baßverstärker nicht. Der thermische Schutz ist jedoch für alle Verstärkerteile in Funktion.

Hinweise zum Aufbau

Bild 4 zeigt das Layout, *Bild 5* den Bestückungsplan der Schaltung nach Bild 2. Die Transistoren T 1 und T 2 sowie das IC des Baßverstärkers sind gegenüber dem Kühlkörper isoliert zu montieren. Der Wärmewiderstand des Kühlkörpers sollte 2 K/W nicht überschreiten. Den Platinenaufbau zeigt *Bild 6*. Technische Daten der Verstärker sowie seine Stückliste sind in den *Tabellen 1* und *2* aufgeführt.

Der nächste Beitrag beschließt die Reihe mit einem 200-W-Brückenverstärker, der ebenfalls mit dem Nf-Leistungs-IC TDA 2030 arbeitet.

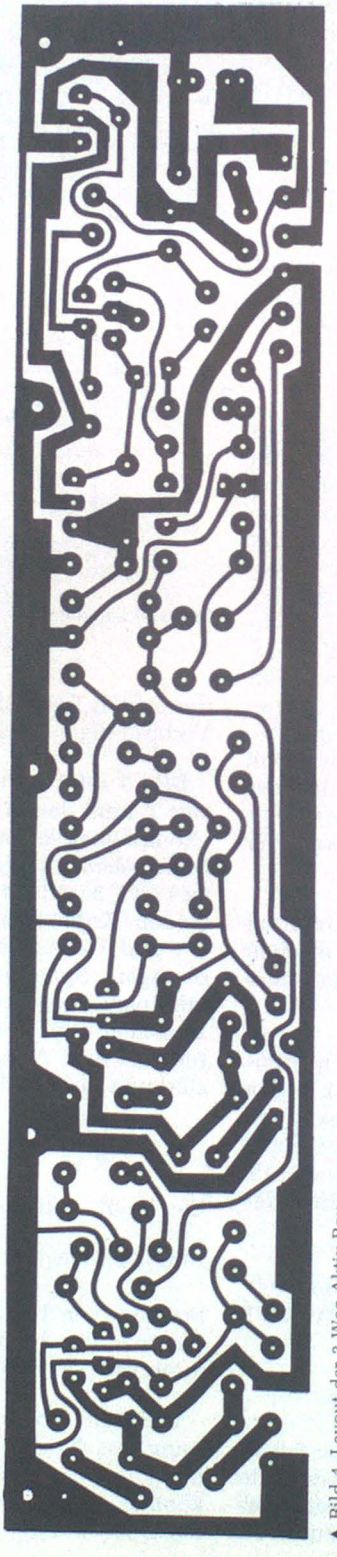
Tabelle 1: Technische Daten

Versorgungsspannung:	max. 36 V	
Lastwiderstand und Ausgangsleistung bei Vs = 36 V:	Baß-Kanal 4 Ω; 40 W Mittelton-Kanal 8 Ω; 15 W Hochton-Kanal 8 Ω; 15 W	70 W
Verstärkung:	Baß 26 dB; Änderung durch R 25 Mittelton 26 dB; Änderung durch R 5 Hochton 26 dB; Änderung durch R 2	
Ruhestrom:	40 mA pro Kanal	

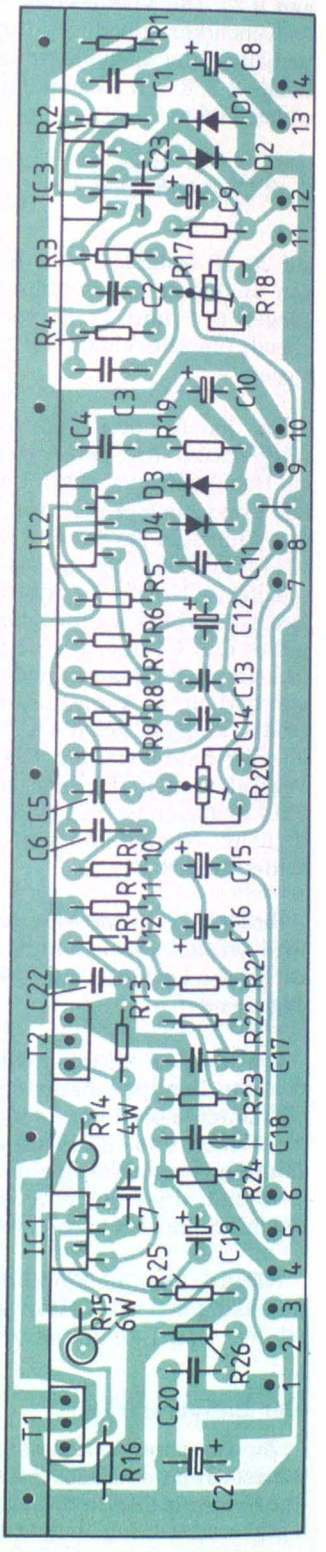
Tabelle 2: Stückliste

R 1	1 Ω	C 1	0,22 µ	D 1	1 N 4001
R 2	2,2 kΩ	C 2	1,5 n	D 2	1 N 4001
R 3	22 kΩ	C 3	6,8 n	D 3	1 N 4001
R 4	5,6 kΩ	C 4	0,22 µ	D 4	1 N 4001
R 5	2,2 kΩ	C 5	0,1 µ		
R 6	100 Ω	C 6	22 n	T 1	BD 705
R 7	68 kΩ	C 7	0,22 µ	T 2	BD 706
R 8	22 kΩ	C 8	100 µ/25 V, Elko		
R 9	1,5 kΩ	C 9	4,7 µ/25 V, Elko	IC 1	TDA 2030
R 10	6,8 kΩ	C 10	100 µ/25 V, Elko	IC 2	TDA 2030
R 11	22 kΩ	C 11	0,22 µ	IC 3	TDA 2030
R 12	22 kΩ	C 12	100 µ/25 V, Elko		
R 13	6,8 Ω	C 13	330 p		
R 14	10 Ω/4 W	C 14	1,5 n		
R 15	22 Ω/6 W	C 15	4,7 µ/25 V, Elko		
R 16	6,8 Ω	C 16	100 µ/25 V, Elko		
R 17	100 Ω	C 17	6,8 n		
R 18	1 kΩ, Trimmer	C 18	33 n		
R 19	1 Ω	C 19	100 µ/25 V, Elko		
R 20	1 kΩ, Trimmer	C 20	0,22 µ		
R 21	22 kΩ	C 21	2200 µ/25 V, Elko		
R 22	4,7 kΩ	C 22	0,22 µ		
R 23	22 kΩ	C 23	0,22 µ		
R 24	100 Ω				
R 25	2,2 kΩ				
R 26	1 Ω				

Bild 6. Fertig bestückte Platine mit montiertem Kühlkörper



▲ Bild 4. Layout der 3-Weg-Aktiv-Box



▼ Bild 5. Bestückungsplan der 3-Weg-Aktiv-Box

Kapazitätsverlust zerstört Bildröhre

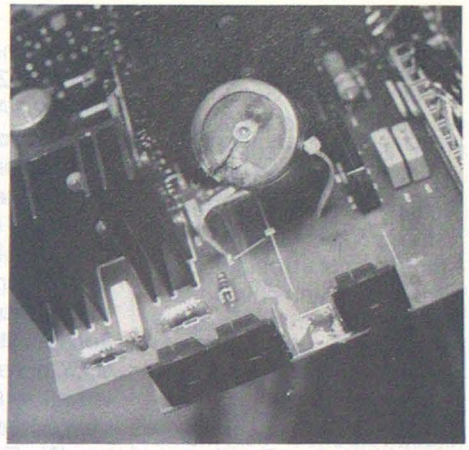
Bei einem älteren Farbfernsehgerät zeigte sich folgender Fehler: Bild fehlt, Hochspannungsüberschläge.

Nachdem ich die Rückwand des Gerätes abgenommen hatte, konnte ich am Bildröhren-Hals deutlich Spannungsüberschläge erkennen.

Als ich mir die Stelle näher ansah, bemerkte ich, daß im Glas eine Stelle durchgeschlagen war, an der die Funken übersprangen. Um dieser ungewöhnlichen Erscheinung auf den Grund zu gehen, untersuchte ich das Gerät näher. Vorher ersetzte ich die beschädigte Bildröhre durch eine neue und stellte nun folgende Überlegungen an, bevor das Gerät wieder eingeschaltet wurde:

Die Zeilenendstufe arbeitet in Resonanz, wobei deren Frequenz hauptsächlich durch die Induktivität des Zeilentransformators und die Kapazität der beiden Kondensatoren C 445 und C 446 bestimmt wird (*Bild*). Um so hohe Spannungen und in diesem Falle Energien zu erhalten, daß selbst Glas zum Schmelzen gebracht wird, muß der Schalttransistor zu einem falschen Zeitpunkt durchschalten. Im vorliegenden Fall mußte sich die Resonanzfrequenz verschoben haben. Das führte zu einem falschen Durchschalten des Transistors zum Zeitpunkt der maximalen Spannung im Schwingkreis. Nur durch diese Energieaufstockung konnte der genannte Effekt auftreten.

Ich vermutete, daß einer der beiden Kondensatoren an Kapazität verloren hatte. Nach Ersetzen der beiden Kondensatoren durch einen einzelnen neuen Typ wurde meine Vermutung durch das ordnungsgemäße Arbeiten des Gerätes bestätigt. Aus Sicherheitsgründen werden bei uns in der Werkstatt bei diesem Chassistyp grundsätzlich die beiden Kondensatoren durch einen einzelnen ersetzt. *Bruno Peterburs*



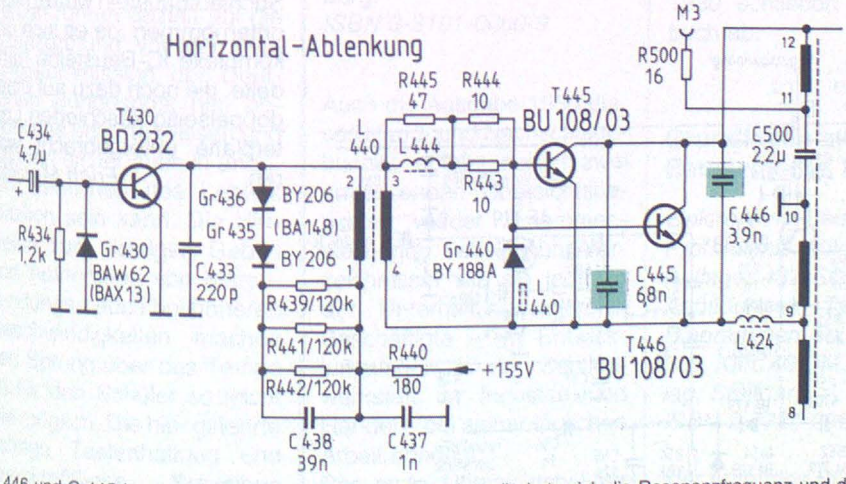
Hier ist der defekte Kondensator auf der einen Seite von der Platine abgelötet. Deutlich ist ausgelaufene chemische Flüssigkeit zu erkennen, die bei dem Kondensator als Elektrolyt gedient hatte

Fehler mit Folgen

Ein Kunde brachte eine Stereo-Kompaktanlage mit folgender Beanstandung zur Reparatur in die Werkstatt:
Ein Kanal sei beim Anschluß einer Lichtorgel ausgefallen.
Bei der Überprüfung stellte ich dann fest, daß der rechte Kanal tatsächlich stumm blieb. Routinemäßig überprüfte ich nach Ausbau des Chassis die Sicherung in der rechten Endstufe. Sie liegt im Plusspannungszweig zum Kollektor in der Transistorgegentaktendstufe und war durchgeschlagen.
An der Sicherungshalterung ergab eine Messung mit dem Ohmmeter einen Wert von 74 Ω nach Masse. Bei der intakten Endstufe betrug der Wert 590 Ω. Die neue Sicherung schmolz nach dem Einschalten auch sofort wieder durch. Folglich mußte also ein Schluß vorliegen.
Eine Überprüfung der Endstufentransistoren brachte keinen Fehlerhinweis. Nun überprüfte ich den Treibertransistor. Hier konnte ich zwischen Kollektor und Emitter den gleichen Widerstand messen, wie ich ihn zwischen Sicherung und Masse festgestellt hatte. Ich wechselte also den defekten Transistor aus.

Dabei stellte ich fest, daß er nicht die Ursache des Fehlers war, sondern erst dadurch schadhaft geworden war, daß ein anderer Fehler zu den zerstörenden hohen Strömen geführt hatte. Auf der Bestückungsseite der Platine befanden sich einige Rückstände, die sich als das herausgelaufene Dielektrikum eines Elektrolytkondensators identifizieren ließen. Der kombinierte Lade- und Sieb-Elektrolytkondensator im Netzteil war defekt und undicht geworden (*Bild*). Das flüssige Dielektrikum war auf der Platine bis unter die DIN-Lautsprecherbuchse gelaufen und hatte auf seinem Weg auch zu einer niederohmigen Verbindung der Leiterbahnen geführt. Auf diese Weise wurde der Treibertransistor zerstört.

Ich reinigte die Platine mit Spiritus und erneuerte die beschädigte Buchse, den defekten Kondensator und den Treibertransistor. Danach arbeitete das Gerät wieder einwandfrei. Die Lichtorgel war an dem Fehler unschuldig, wie ich bei einer anschließenden Überprüfung feststellen konnte. Es war reiner Zufall, daß der Fehler gerade im Augenblick des Anschlusses der Lichtorgel auftrat, obwohl in der Werkstatt hin und wieder Geräte auftauchen, die durch den nicht sachgerechten Anschluß einer Lichtorgel durch Laien defekt geworden sind.
Werner Winz



C 446 und C 445 hatten ihre Kapazität verändert. Dadurch veränderte sich die Resonanzfrequenz und die Transformatoren schalteten zum „falschen" Zeitpunkt. So kam es zu einer überhöhten Spannung und zur Beschädigung der Bildröhre

Zeile gekippt

Bei einem Color-Gerät neuerer Bauart war die Zeile gekippt, zudem erschien noch ein in Bildschirmmitte senkrechter, aufblitzender Strich. Dem modulbestückten Gerät wurde der Horizontaloszillator-Baustein entnommen, auf die Lötseite der Hauptplatine gesteckt und auf den Fehler hin untersucht. Da ein Modulaustausch mit längerer Lieferzeit verbunden war, mußte der Baustein eben instandgesetzt werden. Es ergaben sich geringe Spannungsabweichungen, worauf zunächst das IC TBA 950, welches die Schaltungsstufen Zeilenoszillator, Phasenvergleich sowie Amplitudensieb beinhaltet, ausgewechselt wurde. Da sich dieser Schritt als erfolglos erwies, setzte ich die Fehlersuche fort. Dabei wurde ein Fremdeingriff sichtbar. Der Transistor für die VCR-Umschaltung (Zeitkonstantenänderung im Phasenvergleich bei VCR-Betrieb) fehlte. Die Hoffnung auf ein funktionsbereites Gerät nach Ersetzen des fehlenden Bauteils trog. Nun wurden alle frequenzbestimmenden Bauteile kontrolliert und mittels eines digitalen Kapazitätsmeßgerätes die Kondensatoren überprüft. Es ergaben sich jedoch keinerlei größere Abweichungen vom Originalwert. Nun ergab sich der Zufall, daß im Außendienst ein Gerät gleichen Typs zu reparieren war. Der besagte Horizontal-Baustein wurde zum Kunden mitgenommen und in dessen Gerät gesteckt. Siehe da, das Gerät funktionierte. Der Horizontaloszillator-Baustein war also nicht fehlerhaft. Somit kam als Fehlerquelle nur noch die Zeilenendstufe in Frage. Als nächster Schritt wurde dann das Oszillogramm des aus der Zeilenendstufe zum Phasenvergleich gelangenden Vergleichsimpulses kontrolliert. Auch dieses stimmte in Form und Amplitude. Sollte die Zeilenendstufe etwa mit falscher Zeilenfrequenz arbeiten? Auf Verdacht hin wurde daraufhin zunächst der Kommutierungskreis der thyristorisierten Zeilenendstufe überprüft. Mit meiner Vermutung war ich tatsächlich auf dem richtigen Weg. Einer der beiden Kommutierungskreiskondensatoren (0,12 µF + 0,15 µF) erwies sich als fehlerhaft. Das C-Meßgerät zeigte statt 0,15 µF nur einen Wert von 90 nF an. Damit war erwiesen, daß der Kommutierungskreis von der Sollfrequenz abgewichen war. Nach Erneuern des Kondensators sowie Nachgleichen der Zeilenfrequenz arbeitete das Color-Gerät wieder fehlerfrei. Merkwürdig ist nur, daß sich im Fehlerfalle keine Bildbreitenreduzierung bemerkbar machte, wie das bei kapazitätsarmen Kommutierungskondensatoren sonst allgemein der Fall ist. Als entscheidendes Fehlersymptom für den Kapazitätsmangel kann man in diesem Fall den senkrechten hellen Strich bezeichnen. *Dieter Langbehn*

Rauschen im Bild

Ein Kunde bemängelte, daß bei seinem Farbfernsehgerät die Programme Österreich I und II nicht mehr zu empfangen waren. Ein Besuch beim Kunden ergab, daß das zwar stimmte, aber auch unsere deutschen Programme nur noch sehr „verschneit" erschienen. Schnell wurde die Eingangsspannung gemessen: Mit 90 dBµV hätte das II. Programm gestochen scharf sein müssen. Somit stand für mich der Tuner als Fehlerquelle mit ziemlicher Sicherheit fest.

Ein erneuter Besuch beim Kunden mit dem passenden Tuner brachte zwar „schneefreie" Bilder, jedoch ließ sich das Bild nicht scharf einstellen, der Suchlauf stoppte um einiges vor dem schärfsten Punkt.

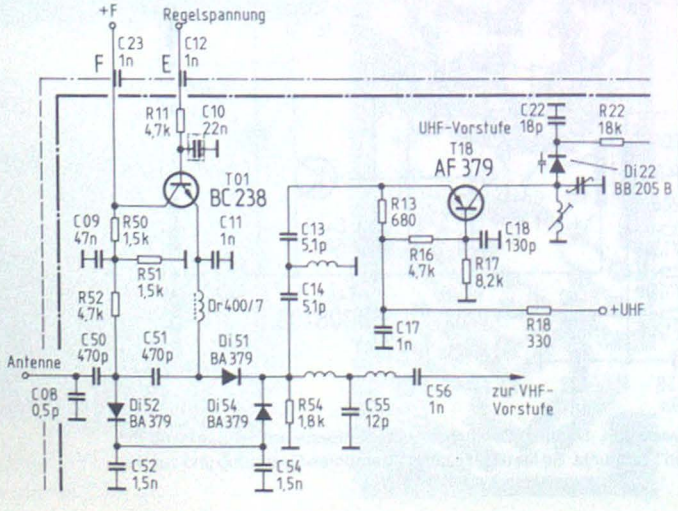
Kurz entschlossen wurde das Gerät in die Werkstatt gebracht.

Da sich das Zf-Teil als einwandfrei erwies, erneuerte ich den Suchlauf-Baustein, was endlich zum gewünschten Erfolg führte. Anschließend begann ich den Tuner zu reparieren. Die Überprüfung des beim Kunden nicht verwendeten VHF-Bereiches ergab auch hier „Schnee". Somit mußte der Fehler im gemeinsam verwendeten PIN-Dioden-Abschwächer zu suchen sein (*Bild*).

Probeweises Abtasten der einzelnen Bauelemente mit UHF-Signal ergab, daß das Signal um so kräftiger wurde, je weiter ich vom Antenneneingang in Richtung UHF-Eingangstransistoren kam.

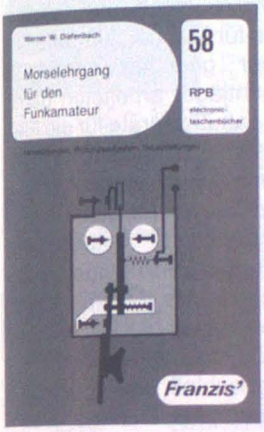
Das bestätigte meine These von den PIN-Dioden. Mit dem Voltmeter überprüfte ich die Spannungen am Impedanzwandler, einem Transistor BC 238. Am Kollektor lag die volle Betriebsspannung + F von 15 V, an der Basis ca. 1 V, am Emitter schließlich ca. 0,4 V. Mit dieser letzten Spannung mußte Di 51 gesperrt sein, während Di 52 und Di 54 leiteten. Die Überprüfung der Regelspannung am Tunereingang ergab 5 V. Somit war wahrscheinlich R 11 hochohmig oder C 10 niederohmig geworden. Bei C 10 handelte es sich um einen sog. Waffelkondensator kleinster Ausführung, der durch die Störanfälligkeit seines hochkapazitiven Dielektrikums als Fehlerursache in Frage kam. Probeweises Auslöten erbrachte eine Regelspannung von 10 V am Tunereingang, die auch voll am Transistor lag. Mit einem neuen Kondensator lief das Gerät wieder einwandfrei.

Ein Reparaturversuch am Suchlaufbaustein wurde nicht unternommen, da es sich um komplexe IC-Bausteine handelte, die noch dazu auf einer doppelseitig kaschierten Leiterplatte untergebracht waren. *Erich Maskos*



◀ Der Kondensator C 10 war niederohmig geworden

Morselehrgang für den Funkamateur



Morseübungen, Prüfungsaufgaben, Bauanleitungen. Von Werner W. Diefenbach. 11. Auflage, 131 Seiten mit 157 Abbildungen. RPB electronic taschenbuch Nr. 58. Kart. 7,80 DM. Franzis-Verlag, München.
ISBN 3-7723-0581-4

Dieser Lehrgang zum Erlernen der Telegrafie ist auf langjähriger praktischer Erfahrung des Autors fußend so aufgebaut, daß sowohl für den Ausbilder eine Anleitung, als auch für den Schüler ein solides Wissen vermittelt wird. Daher ist dieses Buch als Grundlage eines Morselehrganges bestens geeignet. Übungstexte in Gruppen und gemischten Wörtern und Zahlen führen gezielt auf die Lizenzprüfung vor der Prüfungskommission der Deutschen Bundespost hin, obwohl das erlernte Wissen und Können sicher auch in anderen Bereichen des Lebens nützlich sein kann. Die Hinweise zum richtigen Geben und Aufnehmen von Morsesendungen auch bei höheren Geschwindigkeiten machen den Sprung über das Tempo 60 für den Schüler so leicht wie möglich. Die hier gelehrte richtige Tastenhaltung und zweckmäßiges Schreiben sind dafür die Voraussetzungen.

Ein großer Teil des Buches besteht aus leicht nachzubauenden Schaltungen von Tongeneratoren für die verschiedensten Morseübungs-Anwendungen. Auch die Schaltung einer elektronischen Taste gehört zum Inhalt. Daß viele Hinweise und Tips für den praktischen Aufbau die Schaltungsbeschreibung begleiten, ist in diesem Buch, welches ja besonders für Anfänger gedacht ist, eine Selbstverständlichkeit. Abschließend wird ein automatischer CQ- und Rufzeichengeber vorgestellt.
Dieser Morselehrgang ist eine vielseitige Arbeitsunterlage, die sich in den vorhergehenden Auflagen stets großer Beliebtheit erfreute und sicher noch vielen Newcomern den Weg zur Lizenzprüfung ebnen wird. Ta.

Jahrbuch der Unterhaltungselektronik 80

Herausgegeben von C. Reuber. Über 220 Seiten mit 78 Bildern und zahlreichen Tabellen. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, 11,80 DM. Hüthig & Pflaum Verlag, München/Heidelberg.
ISBN 3-8101-0060-9

Auch die Ausgabe 1980 dieses Hand- und Nachschlagebuches enthält neben zwei umfassenden Übersichtsberichten wieder Zusammenstellungen, Tabellen und Verzeichnisse, wie sie jeder in der Unterhaltungselektronik Beschäftigte – im Entwicklungslabor, in der Servicewerkstatt, in Industrie und Handel – bei seiner täglichen Arbeit benötigt.
Der erste Übersichtsbeitrag behandelt Tonabnehmer und Tonarme. Hier werden die verschiedenen Arten von Tonabnehmern, die Eigenschaften des Tonarms und der Abtastnadeln, Fragen der Lebensdauer sowie die Behandlung, Lagerung und Pflege von Schallplatten besprochen. Der zweite Beitrag mit dem Titel „Von der Diode zum Mikroprozessor" beschäftigt sich mit der digitalen Abstimmung und Frequenzanzeige in Erweiterung des im Jahrbuch 1978 erschienen Beitrages über den Einsatz von Mikroprozessoren in der Unterhaltungselektronik.

Wichtig für die Praxis sind auch die Zusammenstellungen „Wo ist was genormt" – hier sind nach den alphabetisch geordneten Stichworten der Unterhaltungselektronik-Technik die einschlägigen Normen zusammengestellt – und „Who is Who in der Unterhaltungselektronik", eine Anschriftensammlung leitender Persönlichkeiten in der Elektronik. Tabellen der technischen Daten der Videokassettenrecorder-Systeme, von Größen und Einheiten, Formelzeichen der Akustik, der betriebliche Berufsausbildungsplan für die Lehre im Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk und ein Kalender für das Jahr 1980 schließen das Handbuch ab. Ra.

Grundlagen aktiver Bauelemente 1

Elektronik in Beispielen. Von Prof. Otmar Kilgenstein. 1. Auflage, 432 Seiten mit 559 Abbildungen, Tabellen und Diagrammen. Topp-Band Nr. 300. Kart. 46 DM. Frech-Verlag, Stuttgart.
ISBN 3-7724-0362-X

Der Autor des Buches ist Dozent an der Fachhochschule in Nürnberg und hat aufgrund der Erfahrungen seiner Lehrtätigkeit ein Buch geschrieben, das viele Informationen zum Thema Halbleiter bietet. Hinter dem Titel „Grundlagen aktiver Bauelemente" ist das ausführliche Basiswissen über Dioden, Transistoren und gesteuerte Gleichrichter – hierzu werden Thyristoren und Triacs gezählt – zu finden. Die Beschreibung von digitalen und analogen Schaltkreisen wurde hier bewußt ausgeklammert, um diesem komplexen Themenkreis ein eigenes Buch zu widmen.

Der Einstieg bietet dem Leser nochmals die Möglichkeit, das für das erfolgreiche Studium erforderliche Grundwissen zu wiederholen. Dann geht es weiter mit der ausführlichen Abarbeitung der unterschiedlichen Technologien von Bauelementen mit vielen Tabellen, Formeln, Dimensionierungsbeispielen und Applikationen. Dabei sind Anwendungen aus allen Bereichen berücksichtigt, z. B. Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehtechnik, Starkstromtechnik usw. Abgeschlossen wird das Buch mit einem ausführlichen Literaturverzeichnis und einem Stichwortverzeichnis.

Der Band stellt für den ausgebildeten Elektroniker ein Nachschlagewerk dar, aus dem er sich einzelne Punkte einfach heraussuchen kann. Ebenso ist der Band als vorlesungsbegleitende Arbeitsunterlage für Studenten an Fachhochschulen und Technikerschulen gedacht. Für diesen Zweck jedoch ist das Querformat des Buches sehr ungeeignet; es ist bestimmt nicht notwendig, daß Individualität des Buchformats auf Kosten der Handlichkeit durchgesetzt werden muß.
Kn.

Neue Bücher

HiFi hören

Hi-Fi-Qualität? Sie hören es! Von Heinz Josef Nisius. 224 Seiten, 45 Abbildungen. Kunststoffeinband, 28 DM. Vogel-Verlag, Würzburg. ISBN 3-8023-0611-2

Die Hi-Fi-Ideologie des Autors weicht sehr von jener vieler Hi-Fi-Gerätehersteller ab. Nicht irgendwelche nur meßtechnisch erfaßbare Daten seien für den waren Hörgenuß entscheidend; vielmehr müsse man durch Hörvergleiche die dem eigenen Geschmack am meisten entsprechende Anlage ermitteltn. Diese These hat manches für sich, nachdem viele Prospektdaten von Hi-Fi-Geräten jenseits dessen sind, was noch als Qualitätskriterium gelten kann; wem nützt ein Klirrfaktor von einem tausendstel Prozent oder ein Frequenzgang von Gleichstrom bis 1 MHz?

Besonders notwendig ist der Hörvergleich bei Lautsprechern mit unterschiedlichen Programmquellen und Instrumenten: Boxen können hell, präsent, schlank, voluminös, flächig oder verhangen klingen – Begriffe, die hier klar definiert werden.

Das Buch wendet sich in erster Linie an den Nichttechniker, wie der Autor im Vorwort schreibt. Trotzdem ist es auch für jene Leute, die gerne mit Watt, Kilohertz und Klirrprozenten um sich werfen, interessant, wie man das „Problem Hi-Fi" von einer ganz anderen und ungewohnten Seite betrachten kann. Fe.

Die deutschen Funkmeßverfahren bis 1945

Von Fritz Trenkle. 1. Auflage, 210 Seiten mit 377 Abbildungen. Lwstr-geb. 48.– DM. Motorbuch-Verlag, Stuttgart. ISBN 3-87349-688-1

Das ist ein faszinierendes Stück Technik-Geschichte. Womöglich ist der Rezensent voreingenommen, hat er doch viele Stunden im Bedienungshäuschen eines FuMO-Seetakt gesessen, hat Ortungszentralen entworfen und gebaut, hat ganze Küstenstriche mit derlei Seetakt-Geräten bestückt und deren Nachrichtenverbindungen organisiert – kurzum, er fand sich inmitten einer Materie, die ihn einige Kriegsjahre hindurch im Bann hielt. Fritz Trenkle, im Krieg Luftwaffenfunker und Mitarbeiter in Funkinstandsetzungs-Werkstätten, schließlich Entwickler beim Flugfunkforschungsinstitut Oberpfaffenhofen, hatte die Vorarbeiten für dieses Buch schon vor 20 Jahren begonnen, als er im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation einige Zusammenstellungen über die Funkortung bis 1945 anfertigte.

Das Buch beginnt, wie könnte es anders sein, mit einer Darstellung des ersten Funkortungsgerätes der Welt, genannt „Telemobiloskop", 1902 von Christian Hülsmeier gebaut und erfolgreich vorgeführt (noch heute sind die Originalgeräte im Deutschen Museum, München, zu sehen). Weitere Versuche von Richard Scherl im 1. Weltkrieg, später von Loewy, folgten, ohne jedoch irgendwie Furore zu machen. Erst 1933 kam Leben in dieses Projekt, zumal damals, technisch gesehen, die Realisierung der Rückstrahlortung, heute RADAR genannt, sozusagen in der Luft lag. Nun wird der weitere Fortschritt beschrieben, etwa die Technik der 50-cm- und 2-m-Geräte, man erfährt die Entstehung der GEMA in Berlin, die dann die Seetakt-Geräte baute usw. Trenkle weist nach, daß es im Deutschen Reich bis 1945 ca. 300 verschiedene Radar-Entwicklungen und -Versionen für Marine, Luftwaffe und Heer gegeben hatte. Die Nachtjäger arbeiteten damit, es gab Zielgeräte für die Flak, riesige Rundsuchanlagen vom Typ Würzburg-Riese und Freya, es gab die umfangreichen mitteleuropäischen Funkmeßgerätestellungen des Flugmeldedienstes, etwa die „Stellung 1. Ordnung" mit einer Anlage Jagdschloß plus 1 Wassermann plus 2 Freya plus 2 Würzburg-Riesen, oder das im 3,3-GHz-Bereich arbeitende Rundsichtgerät Berlin, dessen Entwicklung auf das erbeutete Feindgerät Rotterdam zurückgeht – ein Gerät, das dank seiner guten Auflösung Küstenlinien u. a. grob sichtbar machte. Es gäbe noch manches zu erwähnen, jedoch kann man nur demjenigen, den es interessiert, raten, sich das Buch zu besorgen. Er wird seine Freude haben und Hochachtung gewinnen vor den technischen Leistungen der Ingenieure jener Zeit, die die Basis legten für die heutige Radartechnik.

K. T.

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 14

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Belgien: Internationaal Persagentchap PVBA, Karel Govaertsstraat 56–58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul, Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern). – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1980 Franzis-Verlag München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.